
كراسة
الكهرباء
للجذع مشترك علمي و تكنلوجي
95
تمرين
دروس
تمارين و حلول
www.korrasaty.blogspot.com

بسم الله الرحمن الرحيم

## إهداء

**إلى أمي وأبي إلى أهلي وعشيرتي إلى أساتذتي إلى زملائي وزميلاتي إلى الشموع التي تحترق لتضيء للآخرين .**

**إلى كل من علمني حرفا أهدي هذا العمل المتواضع راجياً من المولى عز وجل أن يجد القبول والنجاح.**

## إهداء

**إلى من كانوا يضيئون لي الطريق ويساندوني ويتنازلون عن حقوقهم لإرضائي والعيش في هناء** – إخوتي و أخواتي - **أحبكم حبا لو مر على أرض قاحلة لتفجرت منها الينابيع .**

## لكم كل الفضل و الاحترام

يقول هنري فورد : " قبل كل شيء, الاستعداد سر النجاح "

**لقد أتممت بعون الله تجيع الدروس** – الفيزياء جذع مشترك **- و هاهي أمامكم مجهزة و مفهرسة, وتحتوي على تطبيق بعد كل درس ثم تمارين لتقوية تعلماتك مع حلولها** – تم تجميع بعضها من سلسلة ديما ديما- .




**وقد قسمت الدروس إلى 3 كراسات :**

- كـــرّاسـة الميكانيك
- كـــرّاسـة الكيميـــاء
- كـــرّاسـة الكـهربـاء

**الدروس من إنـــجـــاز الأســـتـــاذ :**

نبيل مستقيم (http://moustakim.e-monsite.com)

**تم تجمـــيعها و فهرســتتها لصالح:**

www.Korrasty.Blogspot.com







**أتمنى أن تعجبكم ... و لا تنسوا الزيارة... ينتظركم الجديد على الموقـــع . يمكنـــكم التوصل به على بريدكم الإلكتروني من خلال القائـــمة البريدية أو صـــفحة المــوقع عـــلى الشـــبكة الاجــتــماعــية (Facebook).**

**ليكن شعارنا ... خطوة إلى الأمام دائما وفي انتظار تفاعلكم ومساهمتكم ، أقول لكم مرحبا بكم مجددا في احضان مدونتكم**

**نسأل الله التوفيق والنجاح**

**تحياتي الخالصة**

**و السلام عليكم و رحمة الله .**

# التيار الكهربائي

## 1-التيار الكهربائي

### 1.1 - التكهرب بالاحتكاك

تجربة


تقريب قضيب بلاستيكي من وريقات صغيرة

نحك قضيبا من البلاستيك بقطعة قماش ،
ثم نقربه من أجسام خفيفة كوريقات صغيرة .

استنتاج

عند حك بعض الأجسام بقطعة قماش ، نلاحظ أنها تجذب وريقات صغير فنقول إن المادة المحكوكة تتكهرب ، أي أن الاحتكاك سبَّب ظهور شحن كهربائية على الأجسام التي تم حكها .

ا- تعليل ظاهرة التكهرب

تتكون المادة من ذرات محايدة كهربائيا، والذرة بدورها تتكون من نواة موجبة الشحنة محاطة بإلكترونات شحنتها سالبة.
عند احتكاك جسمين مع بعضهما البعض (قضيب الزجاج وقطعة قماش) محايدين كهربائيا، يحدث انتقال للإلكترونات من أحدهما إلى الآخر .
فأثناء حك قضيب الزجاج، تَنتزع قطعة القماش من جراء الاحتكاك، إلكترونات من الزجاج فتكتسب شحنا كهربائية سالبة، بينما القضيب الذي فقد إلكترونات يكتسب شحنا كهربائية موجبة ، ويحدث العكس بالنسبة لقضيب الإيبونيت

إيبونيت
قماش
خلال عملية الحك
بعد عملية الحك
(أ)
زجاج
(ب)

: تنتزع الإلكترونات من القماش، وتنتقل إلى المسطرة من البلاستيك

ب- نوعا الكهرباء

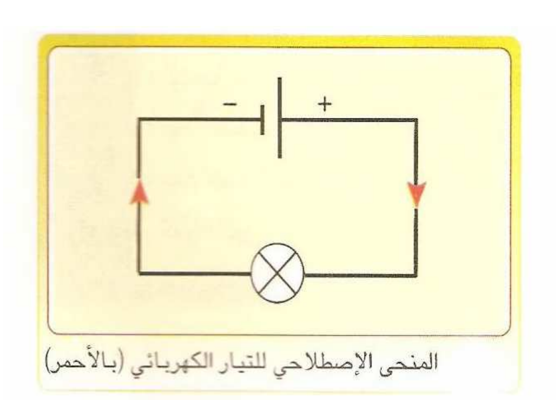
www.moustakim.c.la

يوجد نوعان فقط من الكهرباء : كهرباء موجبة كالتي تظهر على قضيب الزجاج المحكوك ، وكهرباء سالبة كالتى تظهر على قضيب الإبونيت المحكوك .

يقرن بالكهرباء الموجبة وبالكهرباء السالبة مقدار يسمى الشحنة الكهربائية يرمز إليه ب q ، وحدته في النظام العالمي للوحدات الكولوم C .

إذا كان N هو عدد الإلكترونات المكتسبة من طرف قضيب الإبونيت فإنه يحمل شحنة كهربائية سالبة تعبيرها q = - N.e في حين يحمل القماش شحنة كهربائية موجبة تعبيرها $q = N.e$ حيث e الشحنة الابتدائية : $e = 1,6.10^{-19}C$

## 2.1 - المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي



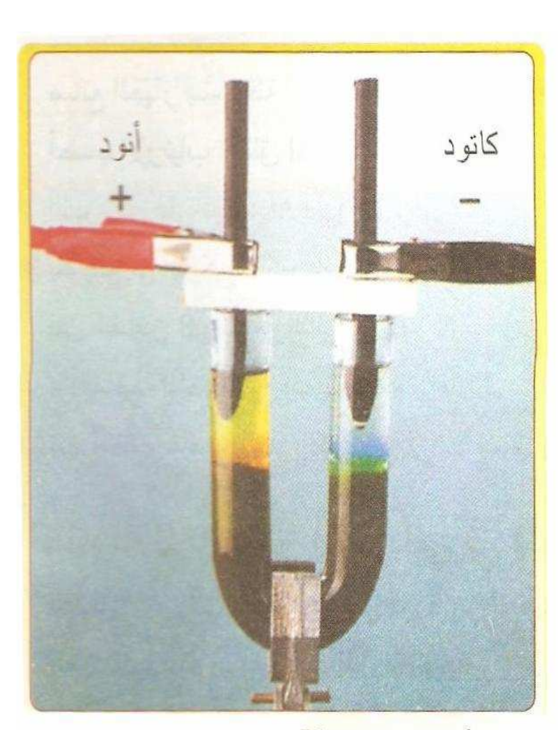
المنحى الإصطلاحي للتيار الكهربائي (بالأحمر)

اختار العالم الفيزيائي أمبير ، في بداية القرن التاسع عشر ، منحى التيار الكهربائي؛ دون أن يكون على علم بمنحى حركة حملة الشحنة الكهربائية التي لم تعرف إلا في القرن العشرين ، لذلك يحمل المنحى اسم : المنحى الاصطلاحي.

**المنحى الاصطلاحي :**
ينتقل التيار الكهربائي في دارة كهربائية خارج المولد من القطب ⊕ إلى القطب ⊖ .

## 3.1 - التيار الكهربائى فى الإلكتروليتات

تجربة



أنبوب على شكل U

- نضع داخل أنبوب على شكل U خليطا من محلول مائي لكبريتات النحاس II $(Cu^{2+}+SO_4^{2-})$ ومحلول مائي لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^{+}+Cr_2O_7^{2-})$.
- نغمر إلكترودين من الغرافيت في كل طرف من طرفي الأنبوب، ونربطهما بمولد كهربائي.
- بعد مدة نلاحظ ظهور لون برتقالي جوار الآنود (الإلكترود المرتبط بالقطب الموجب للمولد)، ولون أزرق جوار الكاثود... (الإلكترود المرتبط بالقطب السالب للمولد).

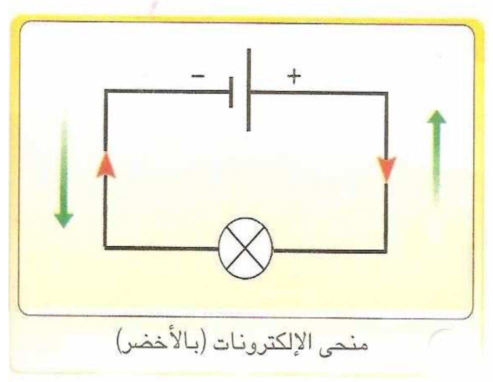
استنتاج

نسمي إلكتروليتا كل مادة تسمح بمرور التيار الكهربائي عندما تكون منصهرة أو مذابة في محلول، و يحتوي الإلكتروليت على أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (أنيونات).

ينتج التيار الكهربائي في الإلكتروليتات عن انتقال للأيونات : تنتقل الكاتيونات في المنحى الاصطلاحي للتيار، والأنيونات في المنحى المعاكس للمنحى الاصطلاحي.

### 4.1 - التيار الكهربائي في الموصلات الفلزية.

تتكون الموصلات الفلزية من ذرات مرتبطة فيما بينها، وتحتوي هذه الذرات بدورها على نوعين من الإلكترونات : إلكترونات مرتبطة بالذرة، وإلكترونات أخرى حرة تستطيع أن تتحرك من ذرة إلى أخرى؛ وتسمى إلكترونات التوصيل. بما أن الإلكترونات تحمل شحنا سالبة فإنها تنتقل في المنحى المعاكس للمنحى الإصطلاحي للتيار الكهربائي



منحى الإلكترونات (بالأخضر)

ينتج التيار الكهربائي في الفلزات عن انتقال الإلكترونات في المنحى المعاكس للمنحى الاصطلاحي .

## 2- شدة التيار الكهربائي المستمر

### 1-2 كَمية الكهرباء

نسمي كَمية الكهرباء القيمة المطلقة للشحنة الكهربائية.

في النظام العالمي للوحدات، وحدة كمية الكهربـاء هي الكولـوم (Coulomb) الذي نرمز له بالحرف C .

### 2-2- شدة التيار الكهربائي المستمر

تمثل شدة التيار الكهربائي مقدارا فيزيائيا مميزا لصبيب حملة الشحنة التي تجتاز مقطعا قائما من الموصل في الثانية. فإذا كان للتيار المنحى نفسه، وكان صبيب حملة الشحنة ثابتا، نقول إن التيار الكهربائي مستمرٌ.

**تعريف :** شدة التيار الكهربائي المستمر I التي تجتاز موصلا خيطي الشكل، هـي حاصل قسمة كَمية الكهرباء Q التي تجتاز المقطع القائم S للموصل على المدة الزمنية $\Delta t$

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

www.moustakim.c.la

في النظام العالمي للوحدات يُعَبَّر عن شدة التيار بالأمبير ، نرمز له بالحرف A.

من مضاعفاته : الكيلو أمبير kA .

من أجزائه : ألميلي أمبير mA ، الميكرو أمبير μA و النانو أمبير nA .

**ملحوظة :** يُستعمل الأمبيرساعة في المجال الصناعي كوحدة لكمية الكهرباء :

$Q = I . \Delta t$ , $I = 1\ A$ , $\Delta t = 1h = 3600s$ ; $Q = 3600C$

$1kA = 10^{3}A$
$1mA = 10^{-3}A$
$1\mu A = 10^{-6}A$
$1nA = 10^{-9}A$

$1\ Ah = 3600\ C$

## 2.3- قياس شدة التيار الكهربائي

### ا) الأمبيرمتر

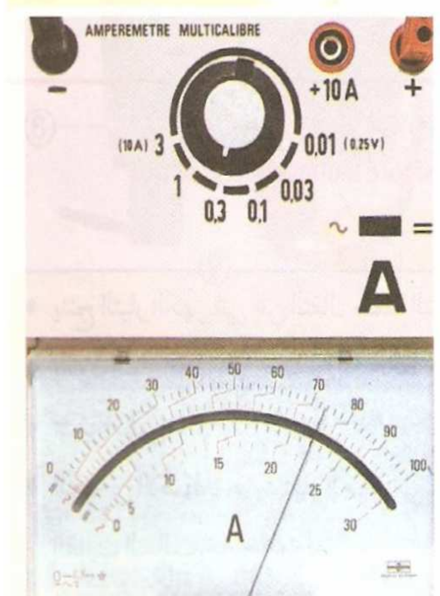
تقاس شدة التيار الكهربائي بواسطة أمبيرمتر ، يركب على التوالي في دارة كهربائية . ويُمَكِّنُ استعمال الأمبيرمتر الرقمي من معرفة منحى التيار الكهربائي في دارة كهربائية .

عندما يدخل التيار الكهربائي من القطب (A) للأمبيرمتر ويخرج من قطبه (Com) ، فإن هذا المنحى يوافق المنحى الاصطلاحي .

وعند استعمال الأمبيرمتر ذي الإبرة يجب أن يدخل التيار الكهربائي من قطبه (+) ويخرج من قطبه (−).

### ب) استعمال الأمبيرمتر ذي الإبرة

أمبيرمتر في دارة كهربائية مغلقة :




• عند استعمال هذا الجهاز ، تحدد قيمة شدة التيار الكهربائي المقاسة (تيار مستمر = أو متناوب ~) بالعلاقة : $I = c . \frac{d}{D}$ حيث :

c يمثل العيار المستعمل ، و d يمثل عدد التدريجات التي تشير إليها الإبرة عند استقرارها ، و D يمثل عدد تدريجات الميناء التي تتم عليها القراءة .

مثال في الشكل : $d = 22$ و $c = 0{,}3A$ و $D = 30$.

شدة التيار المقروءة هي $I = 0{,}22A$

• أما بالنسبة للارتياب الناتج عن القياس ، فيحدد بالعلاقة التالية :

$$\Delta I = \frac{(\text{العيار المستعمل}) \times \text{الفئة}}{100}$$

www.moustakim.c.la

تكون فئة الجهاز محددة من طرف الصانع و مكتوبة غالبا على الميناء ( الجهاز الممثل في الشكل 11فئته 1,5 ) .

الارتياب المطلق الناتج عن القياس : $\Delta I = 4,5 . 10^{-3} A$ .

دقة القياس بالنسبة لهذا الجهاز : $\frac{\Delta I}{I} = 0,02$ أي بدقة 2% .



جهاز متعدد الاستعمالات

**ملحوظة :**

- عند استعمال الأمبيرمتر ذي الإظهار العددي، أو جهاز متعدد القياسات، فإن الجهاز يشير إلى قيمة شدة التيار مباشرة بعد اختيار العيار الملائم.

## 3- خاصيات شدة التيار الكهربائي في دارة كهربائية

### 1.3 - الدارة المتوالية :

شدة التيار الكهربائي هي نفسها في كل نقطة من نقط دارة كهربائية متوالية.




$$I_1 = I_2 = I_3$$

وتعكس هذه العلاقة خاصية **انحفاظ كمية الكهرباء** التي تمر عبر مقطع من موصل في دارة كهربائية متوالية خلال المدة $\Delta t$.

$$Q_1.\Delta t = Q_2.\Delta t = Q_3.\Delta t$$

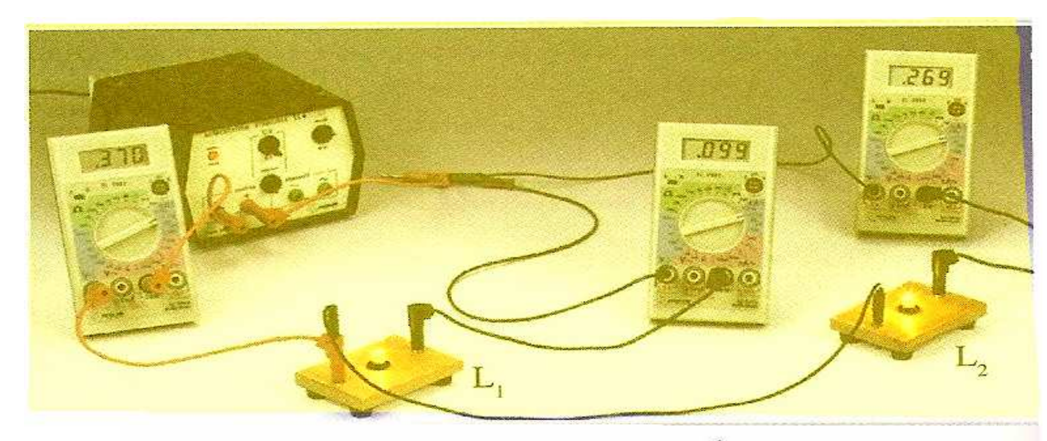
و منه $Q_1 = Q_2 = Q_3$

### 2.3 - الدارة المتفرعة:

نسمي عقدة في دارة كهربائية كل نقطة تلتقي فيها ثلاث موصلات أو أكثر .

إن شدة التيار المار في الفرع الرئيسي I تساوى مجموع الشدتين $I_1$ و $I_2$ التيارين المارين في الفرعين الثانويين $\boxed{I = I_1 + I_2}$






وتعكس هذه العلاقة أيضا خاصية **انحفاظ كمية الكهرباء** .

$$Q.\Delta t = Q_1.\Delta t + Q_2.\Delta t$$

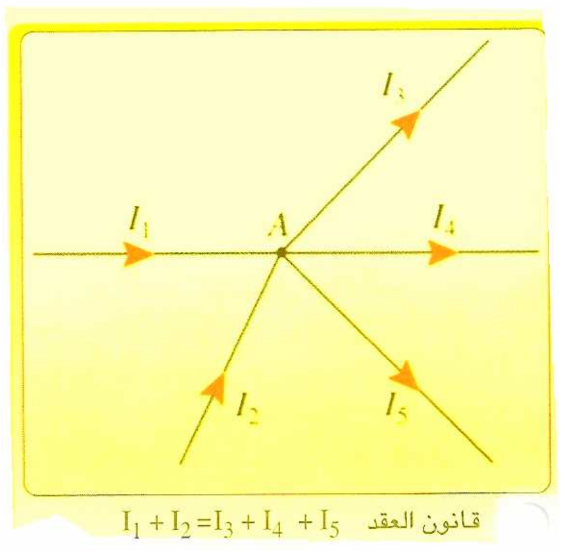
أي :

$$Q = Q_1 + Q_2$$

**قانون العقد :**

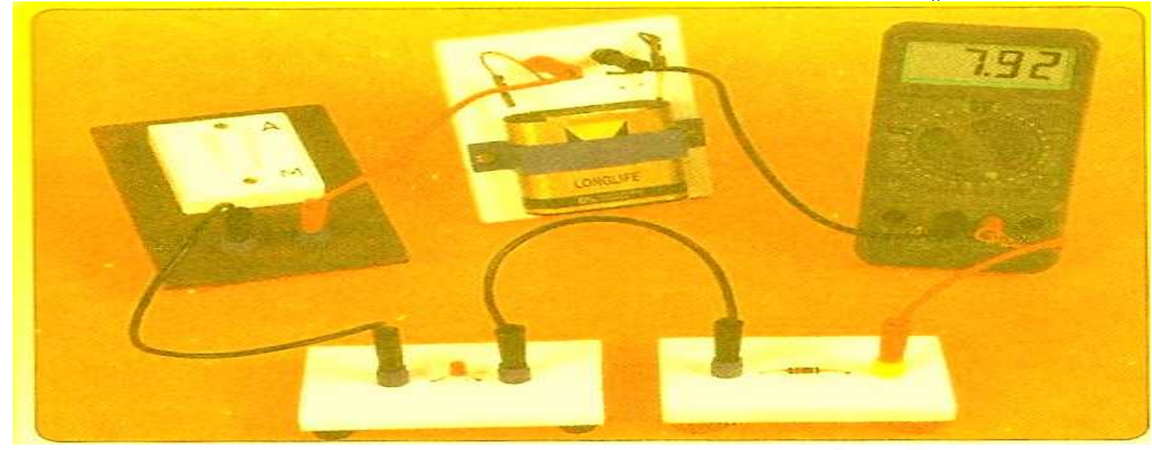
مجموع شدات التيارات الكهربائية الداخلة إلى عقدة يساوي مجموع شدات التيارات الكهربائية الخارجة منها :

$$\sum I_{\text{الخارجة}} = \sum I_{\text{الداخلة}}$$




قانون العقد $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$

## تمرين تطبيقي




نقيس شدة التيار الكهربائي المار في دارة كهربائية بواسطة أمبير متر رقمي، حيث ضبط زر الانتقاء على العيار 20 mA، نقرأ على الشاشة العدد 7,92.

**1-**

أ- أحسب الارتياب المطلق $\Delta I$ ، علما أن صانع الجهاز حدد الارتياب المطلق الأقصى عند كل قراءة كالآتي :

" 0,5% من العدد المقروء + وحدة آخر رقم معبر ".

ب - استنتج المجال الذي يحتوي على القيم الممكنة لشدة التيار.

**2-** أكتب نتيجة القياس على شكل $I = I_{mes} \pm \Delta I$، استنتج دقة القياس.

## الحل

**1-**

أ- قراءة القيمة المقاسة لشدة التيار.

- تحويل إشارة الصانع إلى معادلة : $\Delta I_1 = \frac{0,5}{100} \times I_{mes}$

$$I_{mes} = 7,92 \text{ mA}$$

$$\Delta I_1 = \frac{0,5}{100} \times 7,92 = 0,0396 \text{ mA}$$

- حساب وحدة آخر رقم معبر : وهي تساوي وحدة آخر رقم يظهر على شاشة الجهاز.

هذا الرقم هو : $\Delta I_2 = 0,01 \text{ mA}$

www.moustakim.c.la

- استنتاج الارتياب المطلق .

$$\Delta I = \Delta I_1 + \Delta I_2$$

$$\Delta I = 0{,}0396 + 0{,}01 = 0{,}0496 \text{ mA} \simeq 0{,}05 \text{ mA}$$

ب - إيجاد مجال قيم I ، وهي داخل المجال .

$$I_{mes} - \Delta I \leq I \leq I_{mes} + \Delta I$$

$$I_{mes} = 7{,}92 \text{ mA} \ , \Delta I = 0{,}050 \text{ mA}$$

$$7{,}920 - 0{,}05 \leq I \leq 7{,}920 + 0{,}05$$

$$7{,}87 \text{ mA} \leq I \leq 7{,}97 \text{ mA}$$

2 - تحديد الرقم الذي وقع عليه الخطأ أثناء القياس .

$$I_{mes} = 7{,}92 \text{ mA}$$

$$\Delta I = 0{,}05 \text{ mA}$$

يقع الخطأ على الرقم 2 من القيمة المقاسة .

$$I = (7{,}92 \pm 0{,}05) \text{ mA}$$

تذكير تعبير دقة القياس : $\frac{\Delta I}{I}$

يعبر عنها بنسبة مائوية .

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{0{,}05}{7{,}92} = 6{,}3.10^{-3}$$

أي: $0{,}6\%$

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# تمارين شدة التيار الكهربائي

**تمرين-1**

خلال حدوث عاصفة يمكن أن ينتج تيار كهربائي شدته $I = 200kA$ خلال مدة زمنية تتراوح بين $10^{-4}s$ و $10^{-2}s$ ،

أ – حدد كمية الكهرباء التي تحملها العاصفة خلال $10^{-4}s$ ثم خلال $10^{-2}s$.

ب – إذا اعتبرنا العاصفة ناتجة عن انتقال إلكترونات ، أوجد عدد الإلكترونات المتنقلة خلال $10^{-4}s$ . يعطى : $e = 1,6 .10^{-19}C$

**تمرين2**

على إثر حك قضيب من البلسان بفرو قط ، تظهر عليه شحنة كهرباء قيمتها $q = -10^{-8}C$

1. هل سبَّبَ الاحتكاك نقصانا أو زيادة في عدد إلكترونات القضيب ؟
2. أحسب عدد هذه الإلكترونات .
3. ماذا وقع لفرو القط ؟ علل جوابك .

أجوبة : 2- $n = 6,25.10^{10}$

3- أصبح الفرو يحمل شحنة موجبة .

**تمرين3**

يمر تيار كهربائي مستمر في دارة خلال مدة $\Delta t = 100s$ .

علماً أن عدد الإلكترونات الذي تخترق مقطع الفرع الرئيسي خلال المدة $\Delta t$ هو $10^{20}$ إلكترون * أحسب شدة التيار الكهربائي المار في الفرع الرئيسي .

نعطي : $e = 1,6 . 10^{-19} C$

* أحسب المسافة التي يقطعها كل إلكترون خلال المدة $\Delta t$ ، علماً أن سرعة الإلكترونات هي : $V = 0,5\ mm.s^{-1}$ .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

### تمرين4

مصباح جيب يمر فيه تيار كهربائي شدته $I = 60mA$ عند تغذيته بعمود يمكنه أن يمنح كمية قصوية من الكهرباء $Q = 84\ C$ .
احسب المدة الزمنية لاشتغال العمود .

### تمرين5

يمر في موصل كهربائي تيار شدته $I = 30\ mA$
1. أحسب كمية الكهرباء التي تجتاز مقطع من الموصل خلال عشر دقائق .
2. إستنتج عدد حملة الشحنة الكهربائية التي تجتاز الموصل خلال نفس المدة .

أجوبة : 1 - $Q = 18C$
2 - $N = 1,12.10^{20}$ .

### تمرين6

يمر تيار كهربائي شدته $I = 10^{-3}A$ خلال دقيقة واحدة في موصل .
أحسب كمية الكهرباء وعدد الإلكترونات التي تمر عبر مقطع هذا الموصل خلال هذه المدة .
نعطي $e=1.6.10^{-19}C$

### تمرين7

يمثل الشكل جانبه ميناء أمبيرمتر مركب في دارة تمر فيها تيار كهربائي.
يحتوي الأمبيرمتر على ثلاثة عيارات $0,3A$ ; $0,5A$ ; $1A$

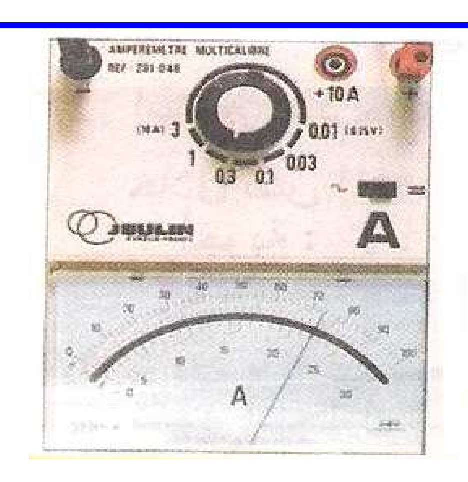
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

1- نستعمل العيار $0,5A$ ، فنلاحظ أن إبرة الأمبيرمتر تتوقف أمام التدريجة 42 . أحسب شدة التيار الكهربائي
2 - علما أن شدة التيار الكهربائي I تبقى ثابتة و تحتفظ بالقيمة السابقة عند تغيير العيار . إملإ الجدول التالي :

| العيار | 1A | 0,5 A | 0,3 A |
|---|---|---|---|
| التدريجة | | 42 | |
| شدة التيار | | | |

3- ماهو العيار الأنسب لحساب الشدة I ؟

**تمرين8**




نعتبر جهاز الأمبيرمتر جانبه.

1. ماهو العيار المستعمل.
2. أُحسب شدة التيار.
3. علما أن فئة الجهاز هي 1,5 حدد الارتياب النسبي.

**تمرين9**

يحتوي امبيرمتر على 4 عيارات : 1A , 3A , 0.3A , 0.1A

نستعمل العيار 3A لقياس شدة التيار المار في دارة كهربائية . تتوقف الإبرة أمام التدريجة 32 من السلة 100 -0 .

1 ـ أوجد قيمة شدة التيار الكهربائي .

2 ـ هل يمكن استعمال العيارات الأخرى لقياس هذه الشدة ؟

3 ـ احسب دقة القياس عند استعمال كل عيار علما أن فئة الجهاز هي 1.5 .

ما هو أحسن عيار ليكون القياس أكثر دقة ؟

**تمرين10**

شدة التيار الكهربائي المشار إليها بواسطة أمبيرمتر إلكتروني هي12,6 عند استعمال العيار 20mA .

1– أُحسب قيمة الارتياب المطلق $\Delta I$ ، ثم أعط تأطيرا لشدة التيارالكهربائي .

2– إِستنتج دقة القياس .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمرين11

يمثل الشكل جانبه
أمبيرمترًا مُرَكَّبًا في دارة
يمر فيها تيار كهربائي :

1- عَيِّنْ نوع التيار المُقَاس
2- عَيِّن شدة التيار الكهربائي I المار في الدارة .
3- علمًا أن الجهاز من الفئة 2 . حدِّدْ الارتياب ΔI .
4- حَدِّدْ دقة القياس .

تمرين12

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لكلورور الصوديوم $(Na^+, C\ell^-)$

1. أُذكر اسم الالكترود X والالكترود Y .


2. حدد المنحى الإصطلاحي للتيار الكهربائي .

3. أ- ما هي الأيونات التي تنتقل في المنحى الإصطلاحي .

ب- ما هي الأيونات التي تنتقل عكس المنحى الإصطلاحي .

تمرين13

عند قياس شدة التيار الكهربائي المار في فرع من فروع دارة كهربائية باستعمال أمبيرمتر من فئة 1,5 . تشير الإبرة إلى التدريجة 80 على الميناء الذي يحتوي على 100 تدريجة حيث العيار المستعمل هو 10mA .

1- حدد قيمة شدة التيار الكهربائي .

2- أوجد دقة القياس .

3- حدد عدد الإلكترونات التي تخترق مقطعا من موصل في الدارة خلال خمس دقائق .

**تمرين14**

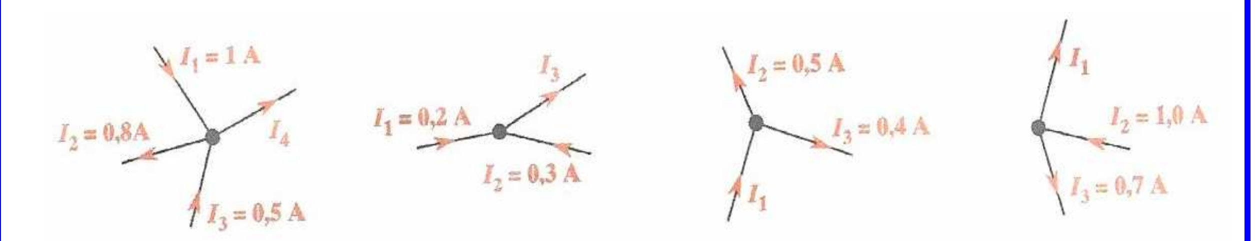
- نغمر إلكترودين متصلين بقطبي مولد كهربائي للتيار المستمر ، بمحلول مائي لكلورور النحاس ( $2C\ell^-$, $Cu^{2+}$ ).

1. ارسم تبيانة الدارة الكهربائية ووضح منحى انتقال كل نوع من حملة الشحنة الكهربائية .
2. إذا كانت شدة التيار الكهربائي هي : $I = 32A$

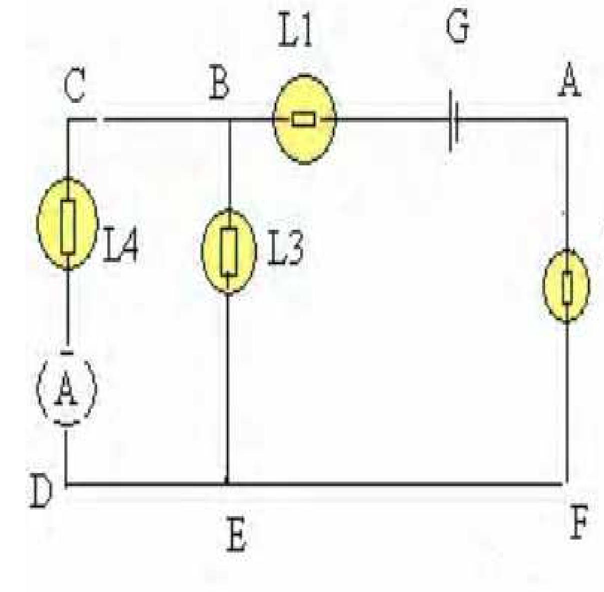
أحسب عدد كل من الأيونات $Cu^{2+}$ والأيونات $C\ell^-$ التي تنتقل خلال ثانية واحدة .

**تمرين15**

حدد شدة التيار الكهربائي في كل حالة من الحالات التالية :




**تمرين16**




نعتبر الدارة الكهربائية التالية :

1 – حدد منحى التيار الكهربائي الذي يمر في كل مصباح والقطب السالب والقطب الموجب للأمبيرمتر A .

2 – يشير الأمبيرمتر A إلى التدريجة 40 باستعمال العيار 500mA وعدد تدريجات الميناء المستعمل 100 تدريجة . أحسب شدة التيار الكهربائي المار في المصباح $L_4$ .

3 – شدة التيار الكهربائي الذي يمر في المصباح $L_1$ هي $I_1$=1A ، أوجد شدة التيار الكهربائي المار في المصباح $L_2$ و $L_3$ .

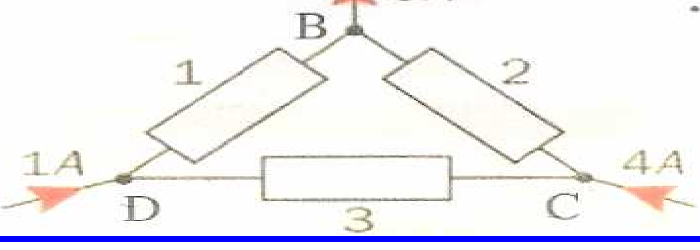

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

**تمرين17**

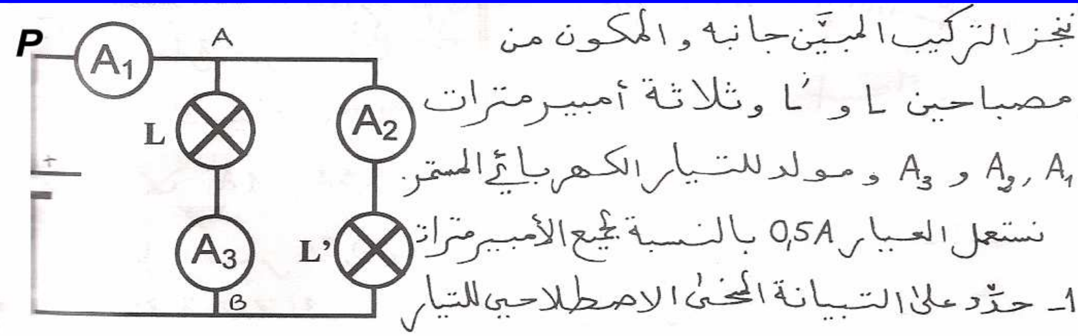
نعتبر التركيب التالي :

شدة التيار المارة في ثنائي القطب (CD) هي : 1A .

حَدِّد منحى وشدة التيار المار في مختلف ثنائيات القطب .




**تمرين18**




نجز التركيب المبيّن جانبه و المكون من مصباحين L و 'L وثلاثة أمبيرمترات $A_1$ , $A_2$ و $A_3$ ومولد للتيار الكهربائي المستمر.

نستعمل العيار 0,5A بالنسبة لجميع الأمبيرمترات

1- حدّد على التبيانة المنحنى الاصطلاحي للتيار الكهربائي في كل فرع .

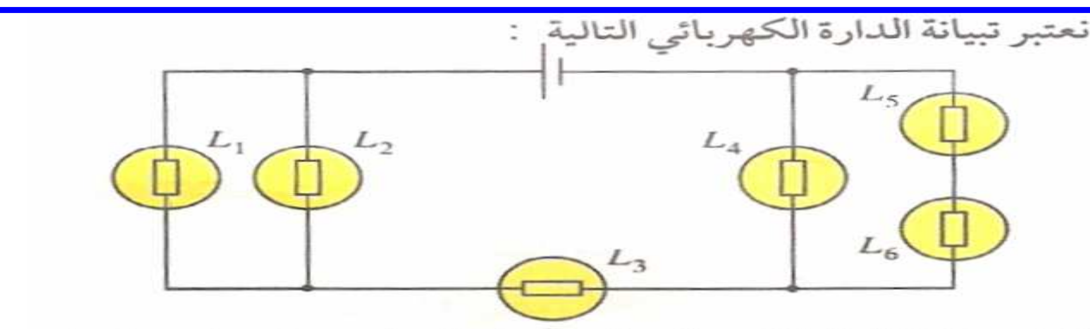
2- علمًا أن عدد تدرجات الميناء للأمبيرمترات الثلاثة هو 100 .

إملإ الجدول بما يناسب .

| الأمبيرمتر | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| التدرجة n | 75 | 32 | |
| الشدة (A) | | | |

3- علمًا أن الأمبيرمترات من الفئة 1,5 حدّد دقة قياس شدة التيار $I_1$

**تمرين19**




أعط قياس شدة التيار الكهربائي التي تجتار المصابيح $L_1$ و$L_3$ و $L_4$ على التوالي 0,2A و0,5A و 0,3A .

1 – حدد شدة التيار الكهربائي المار في كل من المصابيح $L_2$ و$L_5$ و $L_6$.

-2 استنتج شدة التيار الكهربائي المار في الفرع الرئيسي .

**تمرين20**

نعتبر الدارة الممثلة في الشكل أسفله حيث (AC) و(BD) موصلان أوميان متماثلان.

1. حدد على الشكل :
- العقد.
- عدد الفروع في الدارة

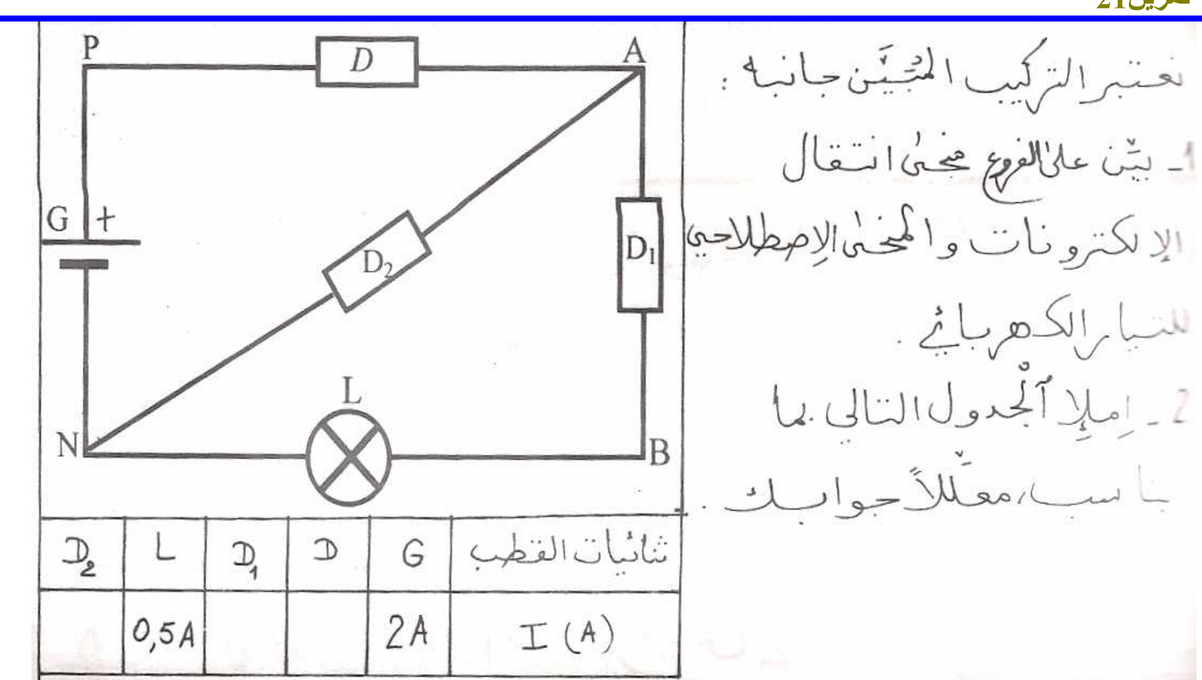

ثم مثل التيارات الكهربائية المارة في كل فرع.

2. أعطت قياسات مختلف شدات التيارات المارة في الدارة القيم : 150 mA - 74,8 A - 74,8 mA

أ - من بين الشدات السابقة حدد :
- شدة التيار المار في الموصل الأومي (AC).
- شدة التيار المار في الموصل الأومي (BD).
- شدة التيار التي يقيسها الأمبيرمتر على الشكل.

ب - تحقق من قانون العقد.

**تمرين21**


نعتبر التركيب المبيّن جانبه :

1- بيّن على الفروع منحى انتقال الإلكترونات والمنحى الإصطلاحي للتيار الكهربائي.

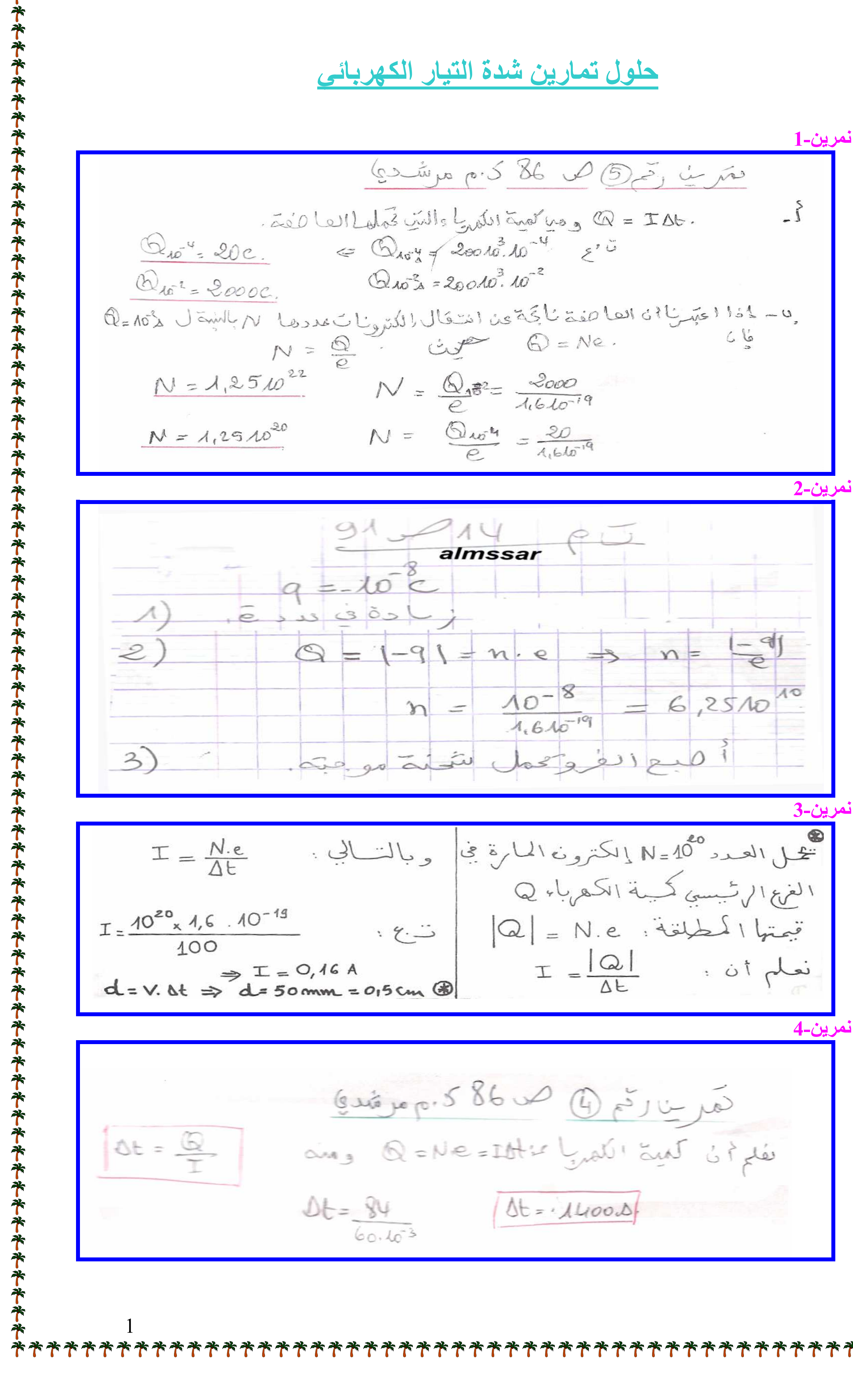
2- إملإ الجدول التالي بما يناسب، معللا جوابك.

| ثنائيات القطب | G | D | $D_1$ | L | $D_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I (A) | 2A | | | 0,5A | |




www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# حلول تمارين شدة التيار الكهربائى



نمرين-1

تمرين رقم 5 ص 86 ك.م مرشدي

أ- $Q = I\Delta t$ وهي كمية الكهرباء التي تحملها العاصفة.

ت ع: $Q_{10^{-4}} = 200\cdot10^{3}\cdot10^{-4}$ ⇐ $Q_{10^{-4}} = 20C$

$Q_{10^{-2}} = 200\cdot10^{3}\cdot10^{-2}$ ; $Q_{10^{-2}} = 2000C$

ب- إذا اعتبرنا أن العاصفة ناتجة عن انتقال الالكترونات عددها $N$ بالنسبة ل $Q = 10^{-2}s$

فإن $Q = Ne$ حيث $N = \frac{Q}{e}$

$N = \frac{Q_{10^{-2}}}{e} = \frac{2000}{1,6\cdot10^{-19}}$ ; $N = 1,25\cdot10^{22}$

$N = \frac{Q_{10^{-4}}}{e} = \frac{20}{1,6\cdot10^{-19}}$ ; $N = 1,25\cdot10^{20}$

نمرين-2

ت م 14 ص 91

almssar

$q = -10^{-8}C$

1) زيادة في عدد e.

2) $Q = |-q| = n\cdot e \Rightarrow n = \frac{|-q|}{e}$

$n = \frac{10^{-8}}{1,6\cdot10^{-19}} = 6,25\cdot10^{10}$

3) أصبح الفرو يحمل شحنة موجبة.

نمرين-3

تحمل العدد $N = 10^{20}$ إلكترون المارة في الفرع الرئيسي كمية الكهرباء $Q$ قيمتها المطلقة: $|Q| = N.e$

نعلم أن: $I = \frac{|Q|}{\Delta t}$

وبالتالي: $I = \frac{N.e}{\Delta t}$

ت ع: $I = \frac{10^{20}\times 1,6\cdot10^{-19}}{100} \Rightarrow I = 0,16\,A$

$d = V.\Delta t \Rightarrow d = 50mm = 0,5cm$

نمرين-4

تمرين رقم 4 ص 86 ك.م مرشدي

نعلم أن كمية الكهرباء $Q = Ne = I\Delta t$ ومنه $\Delta t = \frac{Q}{I}$

$\Delta t = \frac{84}{60\cdot10^{-3}}$ ; $\Delta t = 1400s$

نمرين-5

ت 15 ص 91

almassar

نعلم أن $Q = I\Delta t$

1) ومنه $Q = 300\cdot10^{-3}\cdot 10\cdot 60$

$Q = 18C$

2) $Q = n\cdot e \Rightarrow n = \frac{Q}{e}$

$\left.\begin{matrix} Q = 18C \\ e = 1{,}6\cdot10^{-19}C \end{matrix}\right\} \Rightarrow n = 1{,}12\cdot10^{20}$

نمرين-6

حساب كمية الكهرباء : نعلم أن $I = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = I\Delta t$

تطبيق عددي : $Q = 6.10^{-2}C$

عدد الإلكترونات التي تمر عبر المقطع خلال المدة الزمنية $\Delta t = 1mn$ هي $Q = ne$

$n = \frac{Q}{e}$ تطبيق عددي : $n = 3{,}75.10^{17}$

نمرين-7

1 ـ حساب شدة التيار:

نحسب شدة التيار عند استعمال أمبيرمتر ذي إبرة بالعلاقة :

$I = C.\frac{n}{n_0}$

مع : $n_0$ : عدد تدرجات مينـاء الأمبيرمتر : $n_0 = 100$

إذن : $I = \frac{0{,}5\times 42}{100} = 0{,}21A$

2 ـ مَلْأ الجدول :

تبقى شدة التيار الكهربائي المستمر ثابتة خلال الزمن ، إذن :

$I = 21A$ في جميع الحالات ،

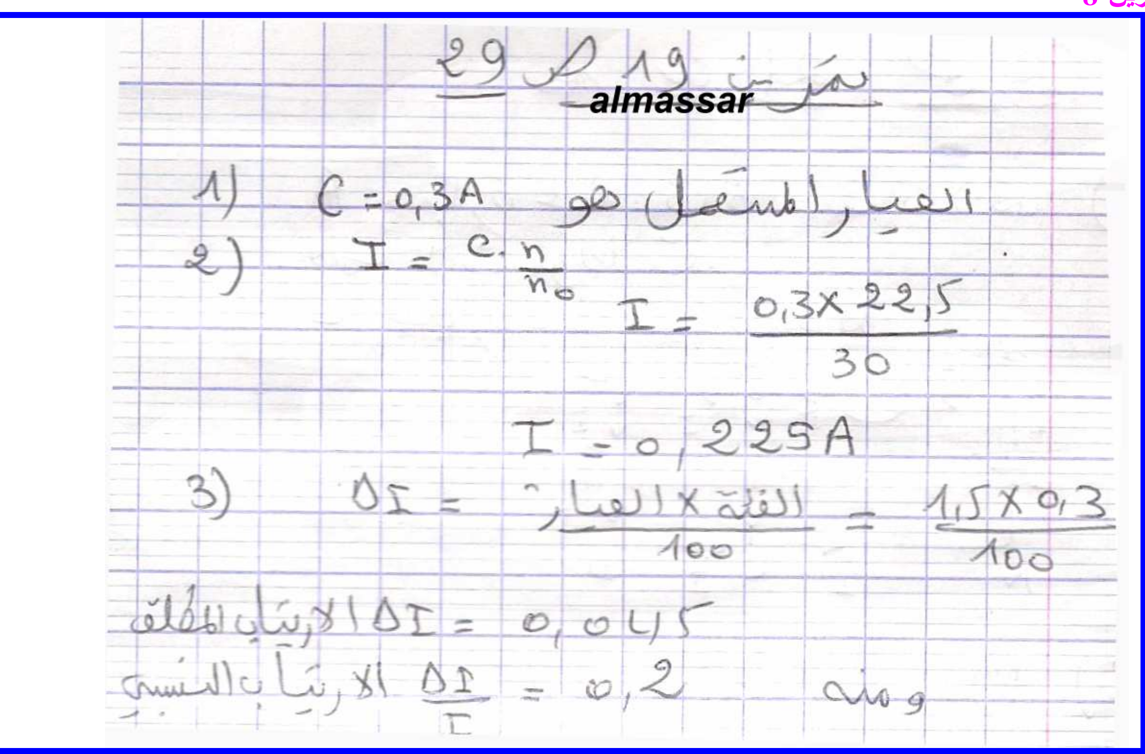
ولدينا : $I = C.\frac{n}{n_0}$ ، ومنه : $n = \frac{I.n_0}{C}$

| العيار | 1A | 0,5A | 0,3A |
|---|---|---|---|
| التدريجة | 21 | 42 | 70 |
| شدة التيار (A) | 0,21 | 0,21 | 0,21 |

3 ـ العيار الأكثر ملاءمة :

يكون قياس الشدة دقيقا كلما كان انحراف إبرة الأمبيرمتر كبيرا ، وبالتالي ، فالعيار الأنسب لقياس هذه الشدة هو : 0,3A

**نمرين-8**


تمرين 19 ص 29



1) $C = 0,3A$ العيار المستعمل هو

2) $I = C.\frac{n}{n_0}$ $\quad I = \frac{0,3 \times 22,5}{30}$

$I = 0,225A$

3) $\Delta I = \frac{\text{الفئة} \times \text{العيار}}{100} = \frac{1,5 \times 0,3}{100}$

الارتياب المطلق $\Delta I = 0,045$

ومنه الارتياب النسبي $\frac{\Delta I}{I} = 0,2$

**نمرين-9**

1 ـ قيمة شدة التيار الكهربائي : $I = C.\frac{n}{n_0}$ تطبيق عددي : $I = 0,96A$

2 ـ يمكن استعمال العيار 1A لأن الشدة المقاسة أصغر من العيار 1A .

3 ـ حساب دقة القياس :

حساب الارتياب المطلق $\Delta I = \frac{a.C}{100}$ أي أن $\Delta I = 0,045A$ بالنسبة للعيار 3A . ومنه فدقة القياس بالنسبة لهذا العيار هي : $\frac{\Delta I}{I} = 4,7\%$

بالنسبة للعيار 1A لدينا $\Delta I = 0,015A$ ومنه فدقة القياس بالنسبة لهذا العيار هي : $\frac{\Delta I}{I} = 1,6\%$

أحسن عيار هو الذي يتوفر على دقة قياس أصغر وهو 1A .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

**نمرين-10**

تمرين ⑧ ص 86 ك.م مرشدي

إن القيمة التي يشير إليها الأومبيرمتر الرقمي يصاحبها ارتياب ناتج عن الجهاز المستعمل.

بالنسبة للأومبيرمتر الرقمي: يعطي الصانع الارتياب المطلق $\Delta I$ على القياس $\Delta I = \mp(1\% \times L + 1UR)$ حيث $L$: تمثل القيمة التي يشير إليها الجهاز و $1UR$ يمثل ارتيابا مطلقا يساوي 1 على آخر رقم معبر للقيمة $L$

$L = 12,6\,mA$

$$\Delta I = 12,6 \times \frac{1}{100} + 0,1$$

$$\Delta I = 0,226\,mA$$

تمكننا $\Delta I$ من تأطير قيمة شدة التيار

$$12,6 - 0,226 < I < 12,6 + 0,226$$

$$12,374 < I < 12,826$$

2. دقة القياس تكون هي $\frac{\Delta I}{I} = \frac{0,226}{12,6}$ ، $\frac{\Delta I}{I} = 1,79\%$

نقول إنه تم قياس شدة التيار الكهربائي بنسبة $1,79\%$

**نمرين-11**

## 1- نوع التيار المقاس:

بما أن زر انتقاء نوع الاشتغال يشير إلى العلامة = ، فإن التيار الكهربائي الذي يقيسه الأمبيرمتر تيار مستمر.

## 2- شدة التيار:

نعلم أن : $I = C . \frac{n}{n_0}$

* يوجد زر انتقاء العيار على: $C = 0,3A$
* تشير إبرة الأمبيرمتر إلى : $n = 73$
* و يضم ميناء الأمبيرمتر: $n_0 = 100$

إذن :

$$I = \frac{0,3 \times 73}{100} = 0,219A$$

## 3- الارتياب $\Delta I$ :

يُعبَّر عن الارتياب $\Delta I$ بالعلاقة :

$$\Delta I = C . \frac{X}{100}$$

مع $X$: فئة الجهاز : $X = 2$

ومنه : $\Delta I = \frac{0,3 \times 2}{100}$

$$\Delta I = 0,006\,A$$

إذن ، يمكن كتابة شدة التيار كما يلي

$$I = 0,219 \pm 0,006\,A$$

## 4- دقة القياس:

تحسب دقة القياس بالعلاقة : $\frac{\Delta I}{I}$

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{0,006}{0,219} = 0,027 = \frac{2,7}{100} = 2,7\%$$

نمرين-12

ت 16 ص 91

almassar

1) الالكترود X يسمى بالأنود وهو موجب
الالكترود Y بالكاتود وهو سالب

2) المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي داخل المحلول من القطب السالب إلى القطب الموجب
أي من الكاتود إلى الأنود.

3.أ الأيونات التي تنتقل في المنحى الاصطلاحي هي الأيونات السالبة

3.ب الأيونات التي تنتقل عكس المنحى الاصطلاحي هي الأيونات الموجبة.

نمرين-13

تمرين رقم 9 ص 86 منار مرشدي

1. نعلم أن $I = C.\frac{n}{n_0}$

n: عدد التدريجات التي تشير إليها الإبرة
$n_0$: عدد التدريجات الميناء
C: العيار المستعمل

$I = 10 \times \frac{80}{100} \Rightarrow I = 8mA$

2. دقة القياس $\frac{\Delta I}{I} = ?$

$\Delta I = \frac{\text{الفئة} \times \text{العيار}}{100} \Rightarrow \Delta I = \frac{10 \times 1,5}{100}$

ومنه $\frac{\Delta I}{I} = \frac{0,15}{8} = 0,0187$

$\frac{\Delta I}{I} = 0,02 = 2\%$

3. عدد الالكترونات التي تخترق مقطعا من موصل في الدارة خلال 5 دقائق:

$Q = N.e = It$

$N = \frac{I.t}{e} \Rightarrow N = \frac{8 10^{-3} . 5 \times 60}{1,6 10^{-19}}$

$N = 1,5 10^{19}$

**نمرين-14**

تمرين 17 ص 91

1) $I$ — أنود — كاتود — $Cu^{2+}$ — $Cl^{-}$ — $CuCl_2$

2) نعلم أن $Q = I\Delta t = N\alpha . e$

بالنسبة ل $Cu^{2+}$

نعلم أن : $q_{Cu^{2+}} = +2Ne$

$q_{Cu^{2+}} = Q$

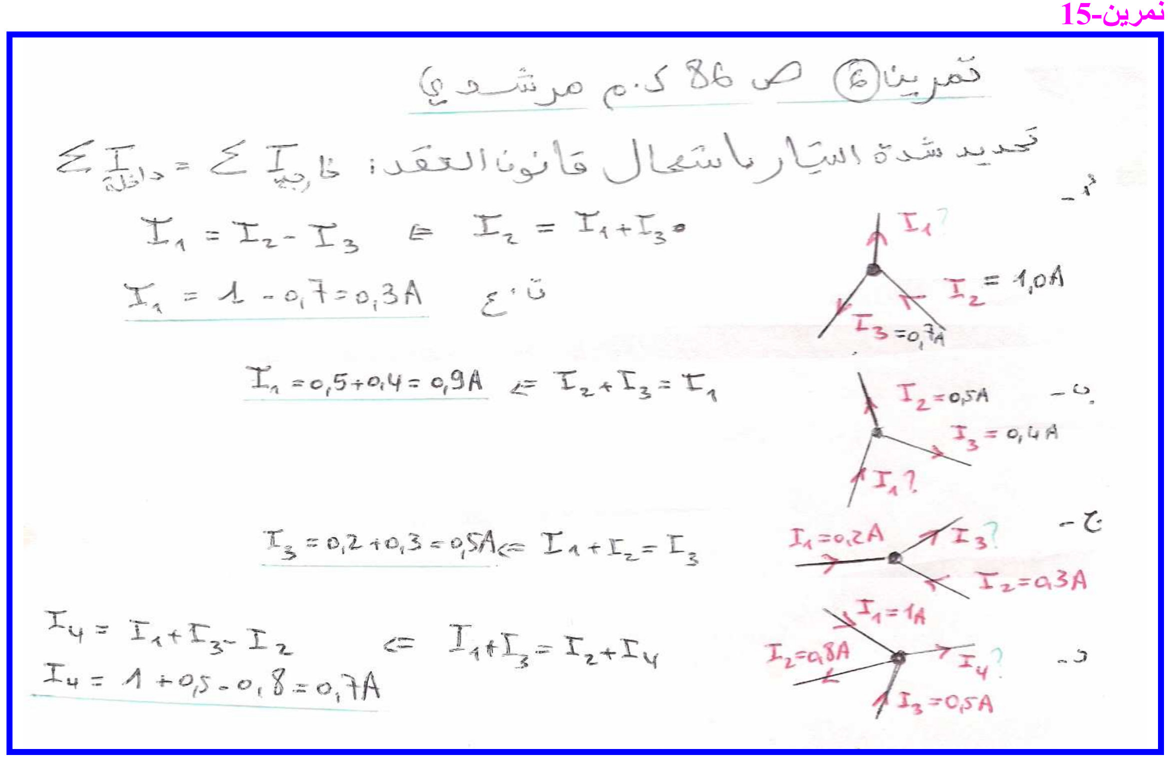
$$N = \frac{Q}{2e} = \frac{I\Delta t}{2e} = \frac{32\times 1}{2\times 1{,}6\,10^{-19}}$$

عدد ايونات $Cu^{2+}$ هو $N = 10^{19}$

ويكون عدد ايونات $Cl^{-}$ هو $N'$ : $Q = I\Delta t = N'\alpha e$

$$N' = \frac{I\Delta t}{e} = \frac{3{,}2\times 1}{1{,}6\,10^{-19}} = 2\,10^{19}$$

**نمرين-15**



تمرين 6 ص 86 ك.م مرشدي

تحديد شدة التيار باستعمال قانون العقد : $\sum I_{\text{خارجة}} = \sum I_{\text{داخلة}}$

أ- $I_2 = I_1 + I_3 \Leftarrow I_1 = I_2 - I_3$

ت.ع : $I_1 = 1 - 0{,}7 = 0{,}3A$

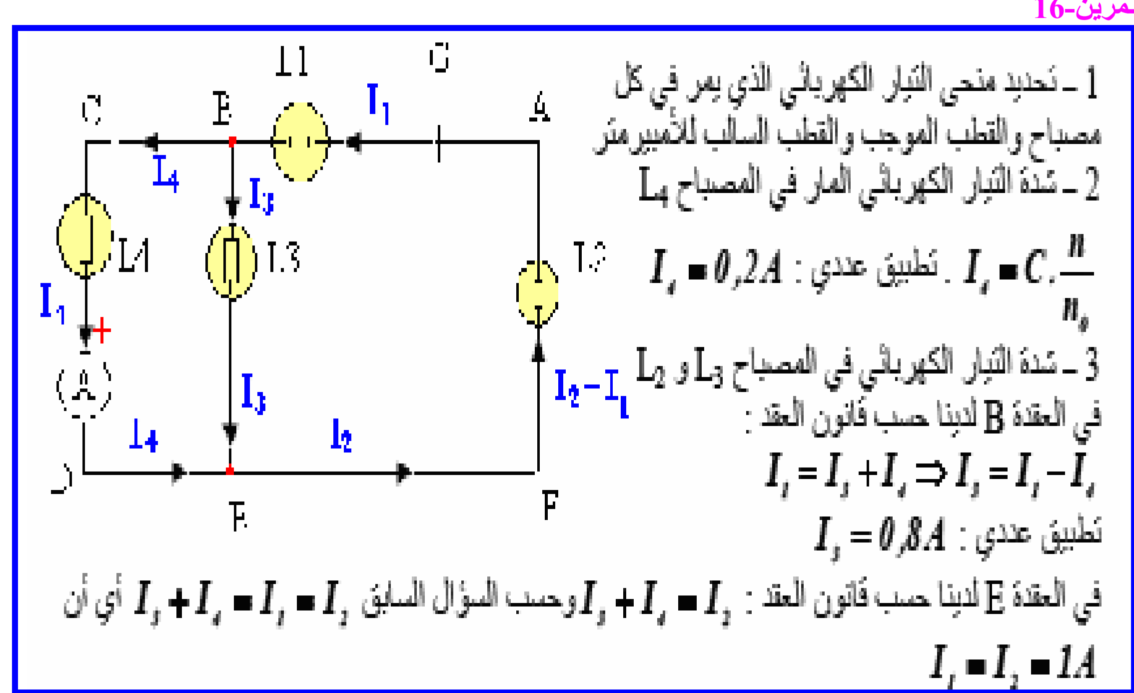
ب- $I_2 + I_3 = I_1 \Rightarrow I_1 = 0{,}5 + 0{,}4 = 0{,}9A$

ج- $I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow I_3 = 0{,}2 + 0{,}3 = 0{,}5A$

د- $I_1 + I_3 = I_2 + I_4 \Rightarrow I_4 = I_1 + I_3 - I_2$

$I_4 = 1 + 0{,}5 - 0{,}8 = 0{,}7A$







1 ـ تحديد منحى التيار الكهربائي الذي يمر في كل مصباح والقطب الموجب والقطب السالب للأمبيرمتر

2 ـ شدة التيار الكهربائي المار في المصباح $L_4$

$I_4 = C.\frac{n}{n_0}$ . تطبيق عددي : $I_4 = 0,2A$

3 ـ شدة التيار الكهربائي في المصباح $L_2$ و $L_3$

في العقدة B لدينا حسب قانون العقد :

$$I_1 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_3 = I_1 - I_4$$

تطبيق عددي : $I_3 = 0,8A$

في العقدة E لدينا حسب قانون العقد : $I_3 + I_4 = I_2$ وحسب السؤال السابق $I_3 + I_4 = I_1 = I_2$ أي أن

$$I_1 = I_2 = 1A$$

نمرين-17

تمرين 22 ص 92

1)

B 5A, $I_1$, 1, 3, D, C, 4A, 3, 1A, $I_3$

في العقدة D

$1A + I_3 = I_1$

$1A + I_{CD} = I_1$

$1A + 1A = 2A$

$I_1 = 2A$

في العقدة B

$I_2 + I_1 = 5A$

$I_2 = 5 - I_1 = 5 - 2 = 3A$

$I_2 = 3A$

في العقدة C :

$I_3 + I_2 = 4A$

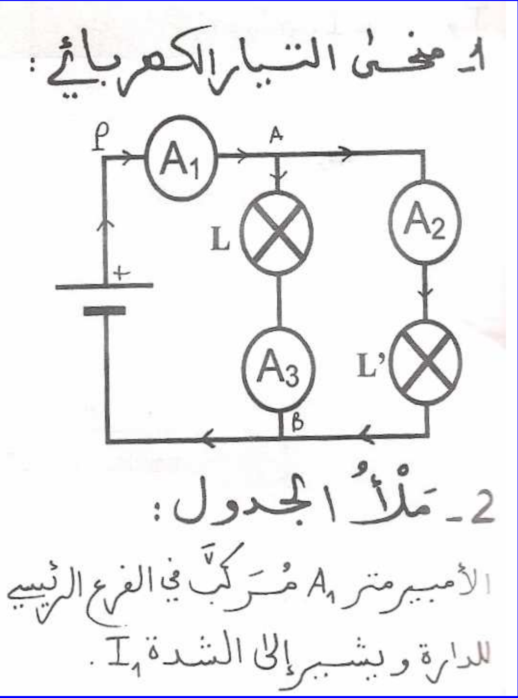
$I_3 = 4 - I_2 = 4 - 3$

$I_3 = 1A$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com



نمرين-18

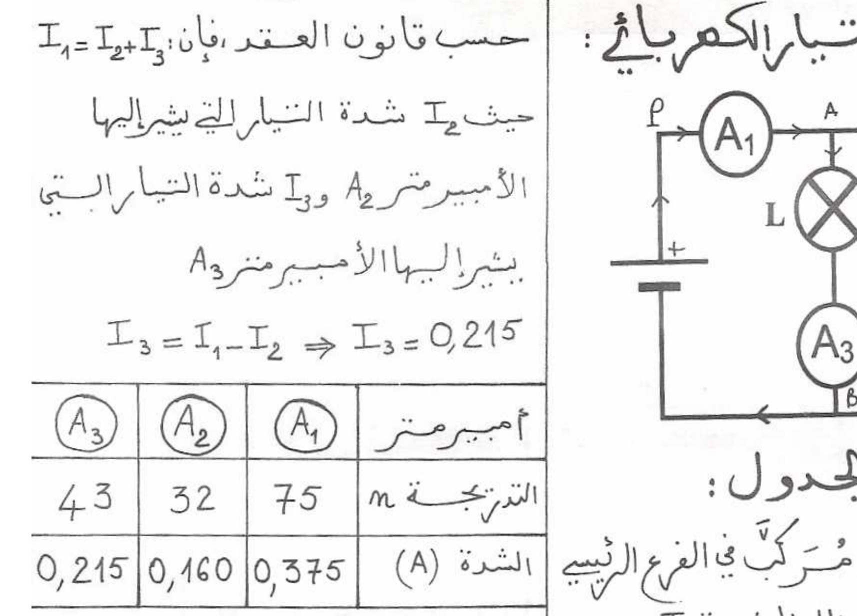


1- منحنى التيار الكهربائي :



2- تملأ الجدول :

الأمبيرمتر $A_1$ مركب في الفرع الرئيسي للدارة ويشير إلى الشدة $I_1$ .



حسب قانون العقد، فإن: $I_1 = I_2 + I_3$

حيث $I_2$ شدة التيار التي يشير إليها الأمبيرمتر $A_2$ و $I_3$ شدة التيار التي يشير إليها الأمبيرمتر $A_3$

$I_3 = I_1 - I_2 \Rightarrow I_3 = 0,215$

| أمبيرمتر | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| التدريجة n | 75 | 32 | 43 |
| الشدة (A) | 0,375 | 0,160 | 0,215 |

3- دقة القياس :

نمرين-19

تمرين رقم ⑨ من الكتاب المدرسي مرشدي ص 86



أ- $I_1 = 0,2A$

$I_3 = 0,5A$

$I_4 = 0,3A$

• بتطبيق قانون العقد في العقدة C يكون: $I_3 = I_6 + I_4 \Leftarrow I_6 = I_3 - I_4$

$I_6 = 0,5 - 0,3 \Leftarrow \boxed{I_6 = 0,2A}$

وحيث أن $L_5$ و $L_6$ على التوالي فيمر بهما نفس شدة التيار إذن

$I_5 = I_6 = 0,2A$

• بتطبيق قانون العقد في العقدة B يكون $I_2 + I_1 = I_3 \Leftarrow I_2 = I_3 - I_1$

$I_2 = 0,5 - 0,2 \Leftarrow I_2 = 0,3A$

ب- بتطبيق قانون العقد في النقطة A $\quad I_1 + I_2 = I$

$I = 0,2 + 0,3 \quad\quad I = 0,5A$

**نمرين-20**

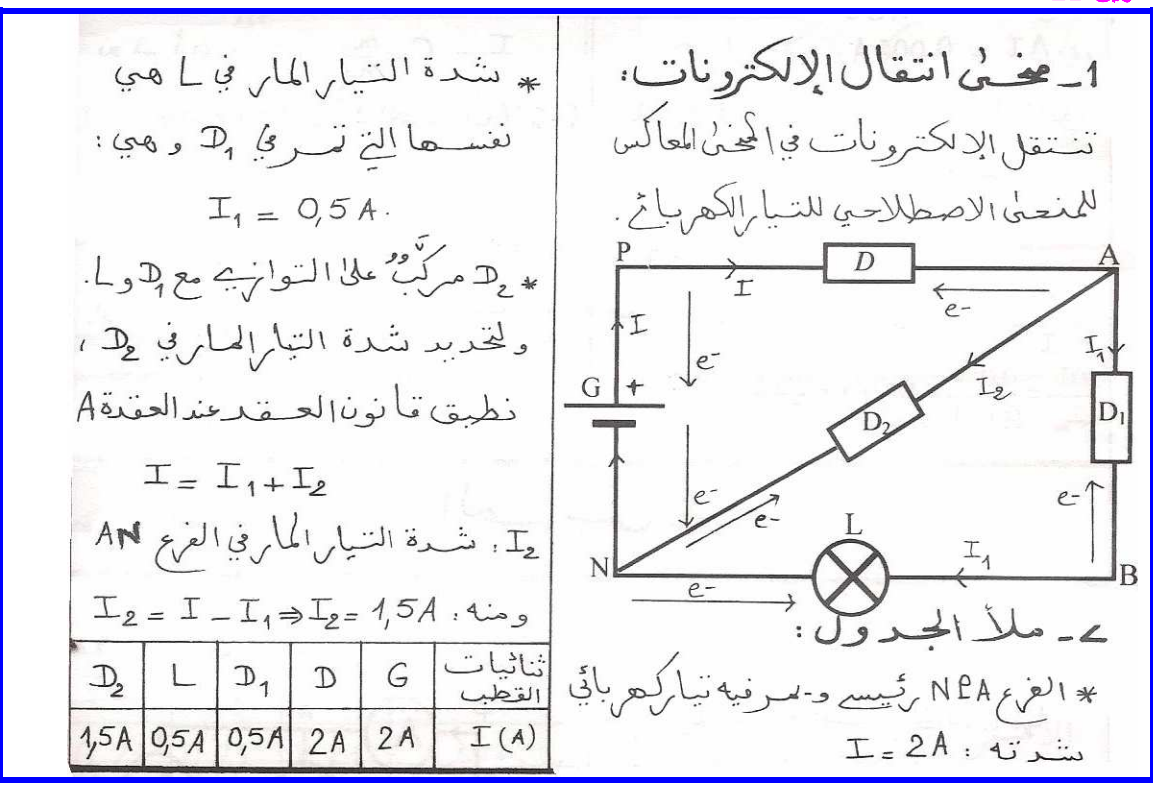
تمرين 20 ص 92



| العيار | 5A | | 3A | | 1A | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| انحراف الإبرة | 60 | 100 | 120 | 45 | 140 | 80 |
| شدة التيار | 2 | 3,33 | 2,4 | 0,9 | 0,9 | 0,53 |
| العيار الأنسب | 5A | 5A | 3A | 3A | 1A | 1A |

العيار المناسب هو الذي يؤدي إلى أكبر انحراف للإبرة.

**نمرين-21**



1- منحنى انتقال الإلكترونات:

تنتقل الإلكترونات في المنحنى المعاكس للمنحنى الاصطلاحي للتيار الكهربائي.

2- ملأ الجدول:

* الفرع NEA رئيسي ويمر فيه تيار كهربائي شدته: $I = 2A$

* شدة التيار المار في L هي نفسها التي تمر في $D_1$ وهي: $I_1 = 0,5A$.

* $D_2$ مركب على التوازي مع $D_1$ و L.

ولتحديد شدة التيار المار في $D_2$، نطبق قانون العقد عند العقدة A

$$I = I_1 + I_2$$

$I_2$: شدة التيار المار في الفرع AN

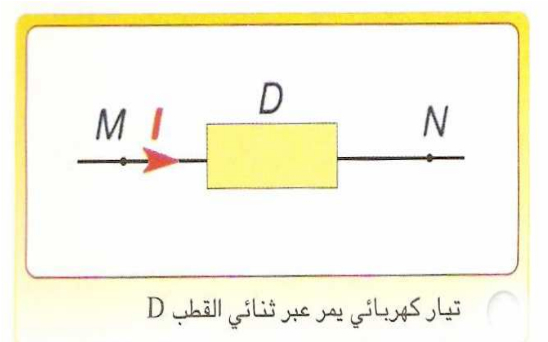
ومنه: $I_2 = I - I_1 \Rightarrow I_2 = 1,5A$

| ثنائيات القطب | G | D | $D_1$ | L | $D_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I (A) | 2A | 2A | 0,5A | 0,5A | 1,5A |

# التـــوتر الكهربـائي

## 1- التوتر الكهربائي

### 1.1- مفهوم التوتر



تيار كهربائي يمر عبر ثنائي القطب D

نعتبر تيارا كهربائيا يمر في ثنائي قطب D من المربط M نحو المربط N

ونتساءل : ماسبب مرور التيار الكهربائي ؟ ولماذا يمر من النقطة M نحو النقط N ؟

يسقط الماء في شلال بسبب وجود فرق في الارتفاع بين أعلى الشلال وأسفله. فنقول: لاتماثل هناك بين أعلى الشلال و أسفله.

وبالمماثلة يمكن تفسير مرور التيار الكهربائي من نقطة M نحو نقطة N من دارة بوجود لاتماثل بين النقطتين M و N ؛أي أنهما لاتوجدان في نفس الحالة الكهربائية. وهذا اللاتماثل هو مصدر مايسمى **بالتوتر الكهربائي**.

### 1.2- إبراز التوتر

أ. نشغل راسم التذبذب بحيث نلاحظ خطا ضوئيا(أثر البقعة الضوئية) أفقيا وسط شاشته

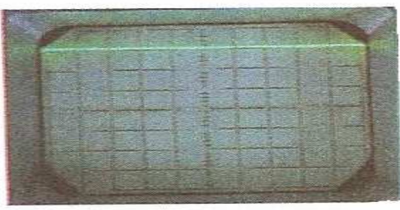


اشتغال راسم التذبذب.
الخط الضوئي وسط الشاشة

نصل أحد القطبين لعمود كهربائي (القطب الموجب P مثلا) بالمربط $Y_A$ لراسم التذبذب ونصل القطب الثاني للعمود (القطب السالب N) بالمربط المسمى "هيكل" الذي يرمز له بالرمز : ⏚ .نلاحظ انتقال الخط الضوئي نحو الأعلى

نقول إن هناك توترا بين القطبين P و N ونرمز له $U_{PN}$ (الحرف P قبل الحرف N).





انتقال الخط الضوئي نحو الأعلى. التوتر المبرز $u_{PN}$ موجب.

انتقال الخط الضوئي نحو الأسفل. التوتر $U_{NP}$ سالب.

ب- التوتر مقدار جبري

نعزي للتوتر $U_{PN}$ مقدارا جبريا موجبا عندما يسبب انتقال الخط الضوئي نحو الأعلى ؛ فاصطلاحا $U_{PN} > 0$.

نبادل القطبين P و N وذلك بأن نصل N بالمربط $Y_A$ و P بالهيكل. نلاحظ انتقال الخط الضوئي نحو الأسفل. يكون التوتر $U_{NP}$ سالبا $U_{NP} < 0$

ملاحظة

عندما نطبق التوترين $U_{PN}$ و $U_{NP}$ على راسم التذبذب يكون انتقال الخط **الضوئي** نحو الأعلى ونحو الأسفل متساويا.

نستنتج أن التوترين متساويان بالقيمة المطلقة ويختلفان في الإشارة

$$U_{PN} = - U_{NP}$$

1- وحدة التوتر.

الوحدة العالمية للتوتر الكهربائي هي الفولط. رمزها : V .

وينسب هذا الإسم إلى إسم الفيزيائي الإيطالي فولطا

مضاعفات الفولط

| | | |
|---|---|---|
| الكيلوفولط | (1 kilovolt) : | $1\ kV = 10^3\ V$ |
| الميكا فولط | (1 mégavolt) : | $1\ MV = 10^6\ V$ |
| الجيكا فولط | (1 gigavolt) : | $1\ GV = 10^9\ V$ |

أجزاء الفولط

| | | |
|---|---|---|
| الميلفولط | (1 millivolt) : | $1\ mV = 10^{-3}\ V$ |
| الميكروفولط | (1 microvolt) : | $1\ \mu V = 10^{-6}\ V$ |

رتبة قدر بعض التوترات

| | |
|---|---|
| التوتر بين الألياف العضلية : | $1\ \mu V$ |
| التوتر بين قطبي عمود صغير : | 1,5 V |
| التوتر الذي يشغل القاطرة : | 1500 V |
| الأسلاك ذات التوتر العالي : | 540 kV |

أثناء طقس عاصفي تظهر توترات في حدود 10 MV بين الغمام والأرض.

المسرع النووي : عدة ملايين الفولط.

www.moustakim.c.la

## 2- قياس التوتر Mesure d'une tension

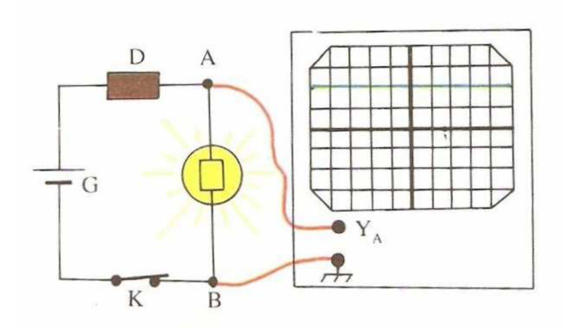
### 2.1- قياس التوتر بواسطة راسم التذبذب.

تجربة.

نصل بواسطة سلك النقطة A بالمدخل $Y_A$ لكاشف التذبذب وبواسطة سلك ثاني نصل النقطة B بهيكله. نلاحظ أن الخط الضوئي ينتقل بـ 2 cm

نقرأ حساسية الجهاز على زر التدريج، ولتكن 3V/cm ؛ أي أن التوتر 3V يسبب انتقال الخط الضوئي بـ 1 cm.

نستنتج أن التوتر $U_{AB}$ يساوي : $U_{AB} = 3 \times 2 = 6V$



قياس التوتر $U_{AB}$ بواسطة راسم التذبذب.

### 2.2- قياس التوتر بواسطة الفولطمتر.

#### 2.2.1- الفولطمتر.

أ. أنواع الفولطمتر.

يعتمد في صنع الفولطمتر على مبدإ قياس شدة التيار.

هناك الفولطمتر ذو الإبرة الذي لا يقيس إلا التوتر وهناك جهاز متعدد الوظيفة يستخدم لقياس التوتر والتيار (المستمر والمتناوب) والمقاومة الكهربائية.

وهو إما ذو إبرة أو عددي الذي يعطي مباشرة قيمة التوتر المقاس دون اللجوء للحسابات

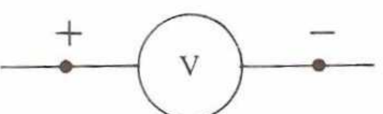


فولطمتر متعدد الوظيفة عددي.



فولطمتر ذو إبرة.

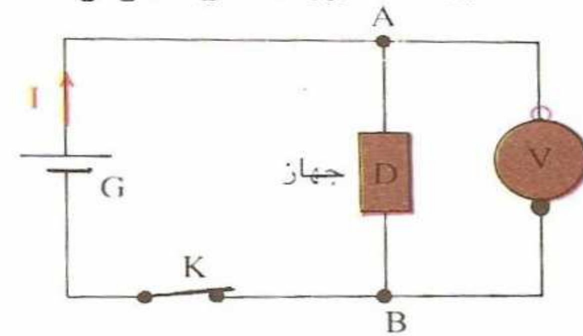
للفولطمتر مربطان مختلفان، أحدهما، يحمل العلامة (+) أو أحمر والآخر يحمل العلامة (–) سالب (أو أسود). وهو جهاز **مستقطب** على إثر اختلاف مربطيه ويرمز له كمايلي :




www.moustakim.c.la

ب- ربط الفولطمتر.

يركب الفولطمتر دائما على التوازي حيث يتم قياس التوتر $U_{AB}$ (الموجب) بربط النقطة A بالمربط الموجب للفولطمتر والنقطة B بمربطه السالب




ربط الفولطمتر على التوازي لقياس التوتر $U_{AB}$.

جـ- عيارات الفولطمتر.

نلاحظ على لوحة التحكم للفولطمتر مايلي :

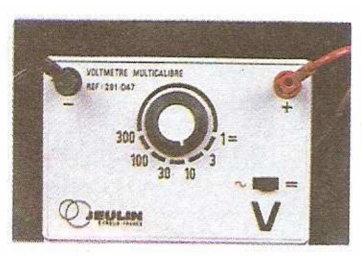
- العاكس( ≈ أو = )
- المربط (+) أحمر على اليمين.
- المربط (–) أسود على اليسار.
- زر الانتقاء
- العيارات : 300V . ; 100V ; 30V ; 10V ; 3V ; 1V

ويمثل عيار الفولطمتر التوتر المقاس لما تستقر الإبرة عند التدريجة الأخيرة.

2.2.2- قياس التوتر.

أ- البحث عن التوتر.

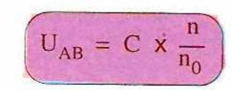
في حالة استعمال الفولطمتر ذي الإبرة لقياس التوتر بين نقطتين في دارة كهربائية فإننا نستعمل خاصية التناسبية بين التوتر وانحراف إبرة الفولطمتر التي تؤدي إلى العلاقة :




لوحة التحكم لفولطمتر

$$U_{AB} = \text{العيار} \times \frac{\text{(n) عدد التدريجات التي تشير إليها الإبرة}}{(n_0) \text{ عدد تدريجات الميناء}}$$

وبالرموز :



$$U_{AB} = C \times \frac{n}{n_0}$$

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

ب- جودة القياس.

كما رأينا بالنسبة لجهاز الأمبيرمتر فإن صانع الفولطمتر يعطي فئة الجهاز التي تمكن من الحصول على الارتياب المرتبط بدقة هذا الجهاز.

ويكون الجهاز أكثر دقة عندما تكون فئته صغيرة.

- الارتياب المطلق : $\Delta U = \frac{\text{الفئة}}{100} \times \text{العيار}$

مثال

- عيار الفولطمتر : $C = 5V$
- فئة الجهاز : $1,5$
- عدد تدريجات الميناء : $n_0 = 50$
- التدريجة التي تشير إليها الإبرة : $n = 30$

لإيجاد التوتر المقاس $U = U_{AB}$ نستعمل العلاقة : $U = C \times \frac{n}{n_0}$

تطبيق عددي : $U = 5 \times \frac{30}{50}$

$$U = 3V$$

نبحث عن الارتياب المطلق الذي يحدد جودة القياس :

$$\Delta U = \frac{\text{الفئة}}{100} \times \text{العيار}$$

$$\Delta U = \frac{1,5}{100} \times 5 = 0,075\ V$$

$$\Delta U \approx 0,08\ V$$

تأطير قيمة التوتر : $U = (3,00 \pm 0,08)\ V$

الارتياب النسبي أو نسبة الارتياب الذي يميز دقة القياس : $\frac{\Delta U}{U}$ قيمته

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{0,08}{3} \approx 0,027$$

دقة القياس المنجز $2,7\ \%$

## 3- خاصيات التوتر

### 3.1- تمثيل التوتر

عندما نتحدث عن التوتر بين نقطتين A و B فهذا يعني أن النقطتين A و B لا تلعبان نفس الدور، لذلك يمكن تمثيل التوتر في التبيانات والرسوم بسهم مادام طرفاه مختلفان كذلك.

يرمز السهم المتجه من B إلى A إلى التوتر $U_{AB}$ بين هاتين النقطتين.

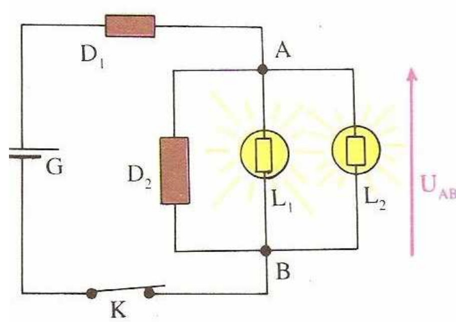
## 3.2- الدارة المتفرعة

نعتبر الدارة الكهربائية المحتوية على ثلاثة تفرعات

نظرا لمرور تيار مستمر في الدارة فإن الحالة الكهربائية للنقطتين A و B لاتتغير، لذلك فإن التوتر $U_{AB}$ يحتفظ بقيمة معينة.

نستنتج أن التوتر بين طرفي $D_2$ والمصباحين $L_1$ و $L_2$ هو نفسه :

$$(U_{AB})_{D_2} = (U_{AB})_{L_1} = (U_{AB})_{L_2}$$




للتوتر بين النقطتين A و B قيمة وحيدة.

## 3.3- الدارة المتوالية

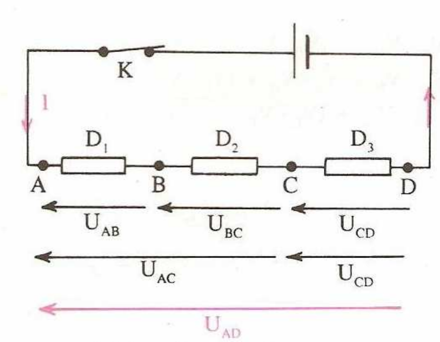
نركب على التوالي مولدا للتيار وقاطع التيار وثلاثة أجهزة $D_1$ و $D_2$ و$D_3$ ثم نغلق الدارة.

نقيس بواسطة فولطمتر التوترات $U_{AB}$ و $U_{BC}$ و $U_{CD}$ ونتحقق من العلاقات :

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} \qquad (1)$$

$$U_{AD} = U_{AC} + U_{CD} \qquad (2)$$

$$U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} \qquad (3)$$




التوترات مقادير قابلة للجمع.

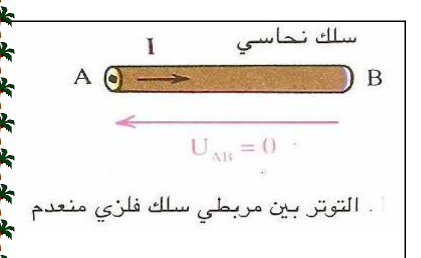
تبين العلاقة (1) أن التوتر بين مربطي الجهازين ($D_1$ و $D_2$) يساوي التوتر بين مربطي الجهاز $D_1$ مضاف إليه التوتر بين مربطي الجهاز $D_2$.

وتبين العلاقة الأخيرة على أن التوتر بين مربطي الجزء AD هو مجموع التوترات بين مربطي الأجزاء : AB و BC و CD . وبتعميم هذه النتيجة نحصل على **قانون إضافية التوترات** :

**التوتر بين نقطتين في جزء من دارة كهربائية يساوي مجموع التوترات بين مربطي الأجهزة المركبة على التوالي بين هاتين النقطتين.**

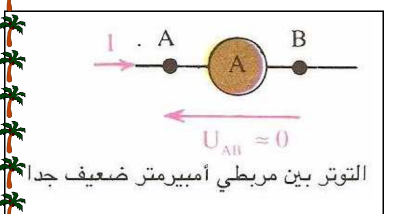
## 3.4- التوتر بين مربطي سلك فلزي وبين مربطي أمبيرمتر.

أ- يكون التوتر بين مربطي سلك يمر فيه تيار كهربائي عمليا منعدما كيفما كانت شدة التيار




التوتر بين مربطي سلك فلزي منعدم

ب- يكون التوتر دائما ضعيفا بين مربطي أمبيرمتر يمر فيه تيار كهربائي على سبيل المثال التوتر $U_{AB}$ في حدود 0,5 V. وهو في غالب الأحيان قابل للإهمال أمام التوترات الأخرى الموجودة في الدارة.




التوتر بين مربطي أمبيرمتر ضعيف جدا

### 3.5- مفهوم فرق الجهد

لتكن ثلاث نقط A و B و C من دارة كهربائية. وبناء على الخاصيتين الأساسيتين للتوتر :

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} \quad \text{و} \quad U_{AB} = -U_{BA}$$

فإنه يمكن إدخال الكتابة : $U_{AB} = V_A - V_B$

يسمى $V_A$ الجهد الكهربائي في النقطة A و $V_B$ الجهد الكهربائي في النقطة B.

ويسمى $V_A - V_B$ فرق الجهد بين النقطتين A و B.

نتحقق من كون الكتابة السابقة توافق الخاصيتين السابقتين :

$$U_{AB} = V_A - V_B = -(V_B - V_A) = -U_{BA} \quad (1)$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = V_A - V_B + \underbrace{(V_C - V_C)}_{0}$$

$$U_{AB} = (V_A - V_C) + (V_C - V_B)$$

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} \quad (2)$$

يمكن التكلم إذاً عن التوتر أو فرق الجهد على السواء.

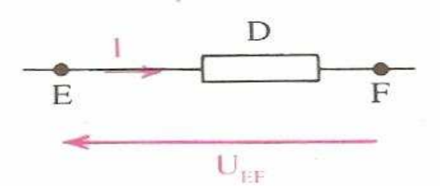
ونعتبر في غالب الأحيان فرق الجهد بين نقطة ما و نقطة مرجعية : الأرض أو الهيكل.

يمنح الجهد $V = 0$ لكل نقطة من دارة تتصل بالأرض بواسطة سلك ذي مقطع كبير.

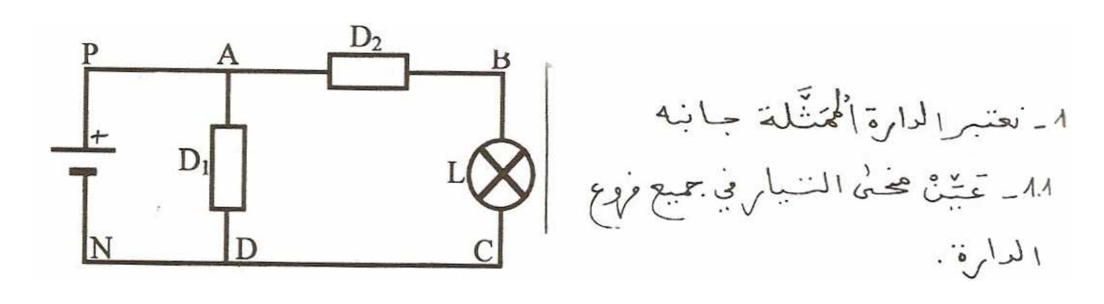
### 3.6- منحى التيار

نعتبر جزء من دارة كهربائية لاتحتوي على مولد للتيار.

إذا كان التوتر $U_{EF}$ موجبا فإن التيار الكهربائي له منحى من E نحو F.



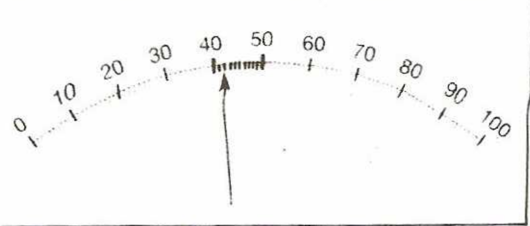

## تطبيق




1- نعتبر الدارة الممثلة جانبه

1.1- عيّن منحى التيار في جميع فروع الدارة.

1.2 - ارسم رمز الفولطمتر على الدارة لقياس التوتر $U_{BC}$، موضحاً كيفية ربطه في الـدارة.




2 - يمثل الشكل جانبه ميناء جهاز فولطمتر مركب بين مربطي مصباح.

يشتغل الفولطمتر على العيار $C = 10V$.

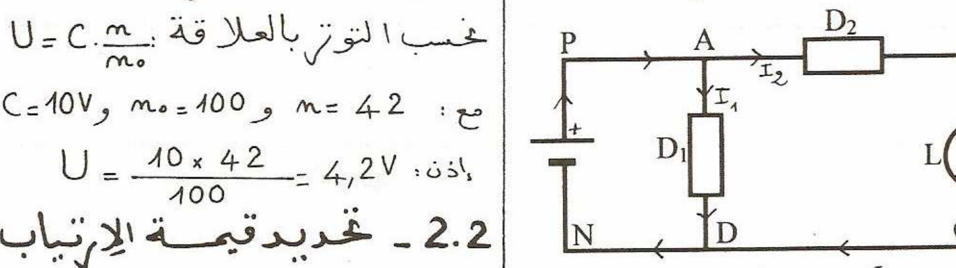
2.1 - أحسب التوتر $U$ الذي يشير إليه الفولطمتر.

2.2 - علماً أن الجهاز من الفئة 2؛ حدد الإرتياب $\Delta U$ واكتب التوتر على الشكل $U_{BC} = U \pm \Delta U$

2.3 - حدد دقة القياس.

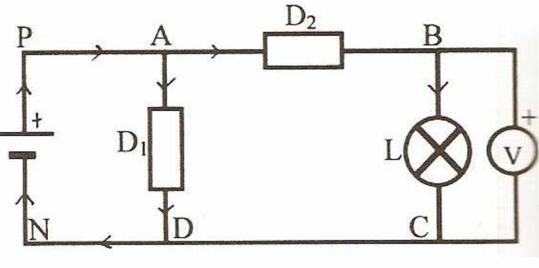
# الحل

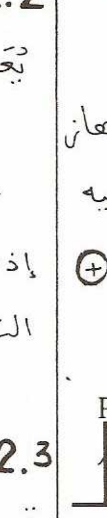
## 1.1 - منحى التيار :

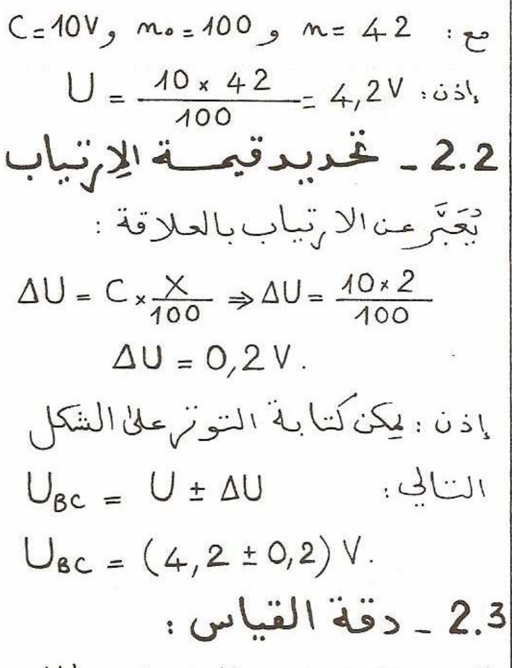



## 1.2 - تركيب الفولطمتر :

يركب الفولطمتر على التوازي مع الجهاز الذي نريد قياس التوتر بين مربطيه بحيث يكون منحى التيار من مربطه ⊕ نحو مربطه ⊖.





## 2.1 - قياس التوتر :

نحسب التوتر بالعلاقة : $U = C.\frac{n}{n_0}$

مع : $n = 42$ و $n_0 = 100$ و $C = 10V$

إذن : $U = \frac{10 \times 42}{100} = 4,2V$

## 2.2 - تحديد قيمة الإرتياب

يُعبَّر عن الارتياب بالعلاقة :

$$\Delta U = C \times \frac{X}{100} \Rightarrow \Delta U = \frac{10 \times 2}{100}$$

$$\Delta U = 0,2V.$$

إذن : يمكن كتابة التوتر على الشكل التالي : $U_{BC} = U \pm \Delta U$

$$U_{BC} = (4,2 \pm 0,2)V.$$

## 2.3 - دقة القياس :

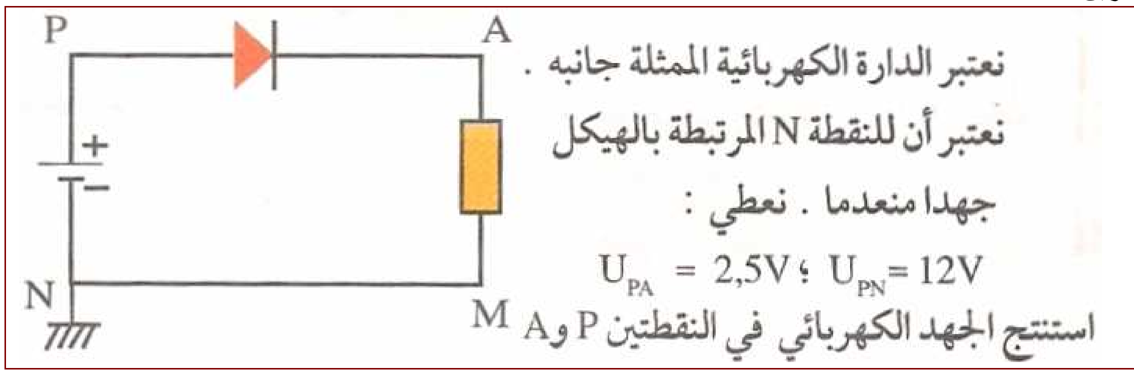
تحدد دقة القياس بالعلاقة : $\frac{\Delta U}{U}$

ومنه : $\frac{\Delta U}{U} = \frac{0,2}{4,2} = 0,048$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{4,8}{100} = 4,8\%$$

# تمارين التوتر الكهربائى

تمرين-1

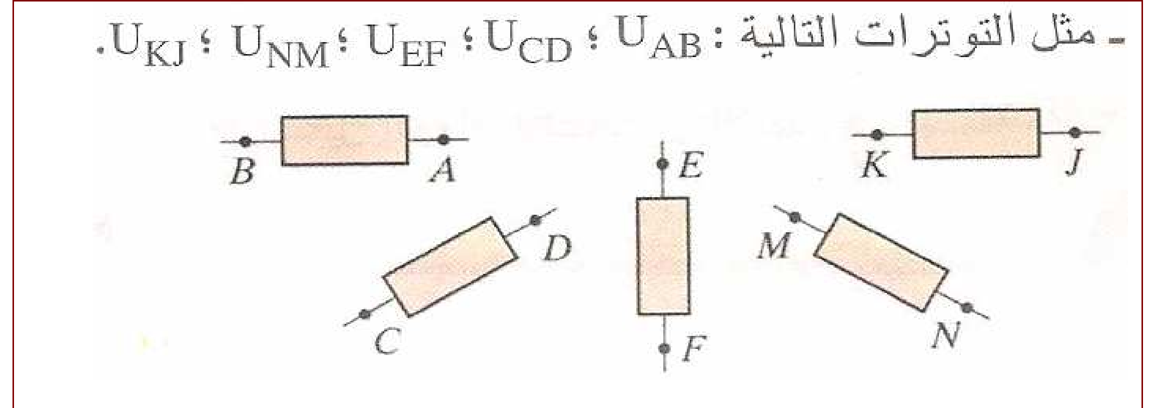



نعتبر الدارة الكهربائية الممثلة جانبه .
نعتبر أن للنقطة N المرتبطة بالهيكل جهدا منعدما . نعطي :

$U_{PA} = 2,5V$ ؛ $U_{PN} = 12V$

استنتج الجهد الكهربائي في النقطتين P و A

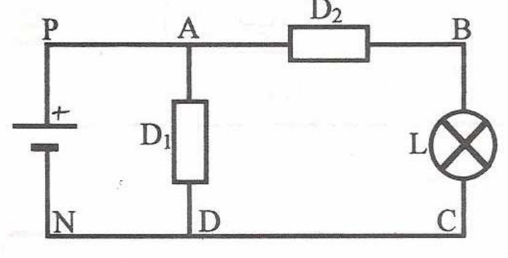
تمرين-2



- مثل التوترات التالية : $U_{AB}$ ؛ $U_{CD}$ ؛ $U_{EF}$ ؛ $U_{NM}$ ؛ $U_{KJ}$.



تمرين-3




1- نعتبر الدارة الممثلة جانبه

1.1- عيّن منحى التيار في جميع فروع الدارة .

1.2- ارسم رمز الفولطمتر على الدارة لقياس التوتر $U_{BC}$، موضحا كيفية ربطه في الدارة .

2- تمثل الشكل جانبه مينا جهاز فولطمتر مركب بين مربطي مصباح .

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

يشتغل الفولطمتر على العيار $C = 10V$ .

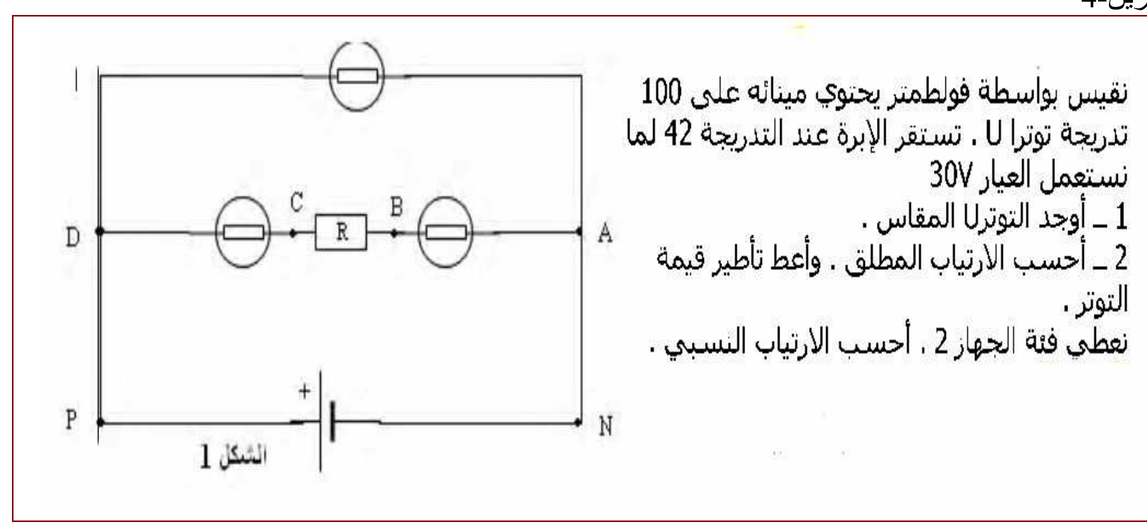
2.1- أحسب التوتر U الذي يشير إليه الفولطمتر

2.2- علما أن الجهاز من الفئة 2 ؛ حدد الإرتياب $\Delta U$ واكتب التوتر على الشكل $U_{BC} = U \pm \Delta U$ .

2.3- حدد دقة القياس .



تمرين-4




نقيس بواسطة فولطمتر يحتوي مينائه على 100 تدريجة توترا U . تستقر الإبرة عند التدريجة 42 لما نستعمل العيار 30V

1 ـ أوجد التوترا المقاس .

2 ـ أحسب الارتياب المطلق . وأعط تأطير قيمة التوتر .

نعطي فئة الجهاز 2 . أحسب الارتياب النسبي .

تمرين-5

نستعمل في الدارة الممثلة جانبه موصلات أومية مماثلة . قيمة التوتر $U_{PN}$تبقى ثابتة . نقيس التوتر $U_{DE}$ فنجد $U_{DE} = 12V$ .

D
E
P
+
N
A
B
C

1- استنتج معللا جوابك قيمة كل من التوترين $U_{PN}$ و $U_{AC}$.

2- حدد قيمة كل من التوترين $U_{AB}$ و$U_{CB}$ .

3- نعوض الموصل ABبسلك الربط . حدد قيمة التوتر $U_{BC}$.

4 - بين كيفية ربط الفولطمتر لقياس التوتر $U_{ED}$.

5- باستعمال العيار 20V ، ما القيمة التي يشير إليها الفولطمتر؟

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمرين-6

نقيس بواسطة جهاز فولطمتر يحتوي ميناؤه على 100 تدريجة، توترا U. تستقر إبرة الفولطمتر عند التدريجة 42 عند استعمال العيار 30V.

1 ـ أوجد قيمة التوتر المقاس U.

2 ـ أ ـ أحسب الإرتياب المطلق ΔU ثم أطر قيمة التوتر علما أن فئة الجهاز هي : 2.

ب ـ أحسب الإرتياب النسبي.

تمرين-7

نعتبر جهاز فولطمتر من الفئة 2، يضم ميناؤه 100 تدريجة ويتوفر على العيارات 2V , 3V , 5V .

أ تمم الجدول التالي (أنظر الصفحة الموالية).

ماذا تستنتج ؟

3 ـ ما هي قيمة التوتر بين النقطتين A و P ثم بين C و N ؟

4 ـ إملإ الجدول الآتي :

| العيار | 2V | 3V | 5V |
|---|---|---|---|
| التدريجة التي تشير إليها الإبرة | 30 | 75 | |
| قياس U(V) | | | 4,75 |
| الإرتياب ΔU | | | |
| دقة القياس $\frac{\Delta U}{U}$ | | | |

تمرين-8

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل 1 التالي لقياس التوتر $U_{BC}$ تستعمل راسب التذبذب ، عند استعمال الحساسية 2V/cm تنتقل البقعة الضوئية نحو الأسفل ب5 cm

1 بين على التبيانة ربط كاشف التذبذب

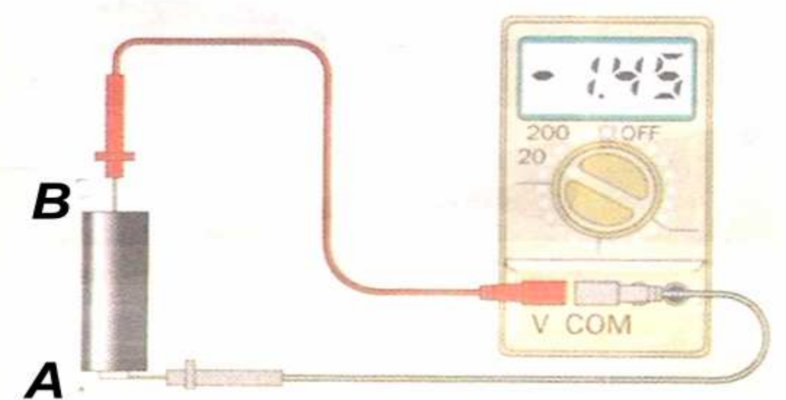
2 ـ أوجد قيمة التوتر $U_{BC}$ ومثله رمزيا على الشكل ( بالسهم)

3 ـ إذا علمت أن التوتر $U_{AB}=U_{CD}=-55V$ فما هي قيمة التوتر $U_{PN}$ .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمرين-9

- يقيس حمزة التوتر بين مربطي عمود بواسطة فولطمتر رقمي، العيار المستعمل هو 20V، يقرأ حمزة على شاشة الجهاز العدد **-1.45**




1 - أ - هل قاس حمزة التوتر $U_{AB}$ أم $U_{BA}$ ؟ علل جوابك.

ب - حدد القطب الموجب ⊕ للعمود.

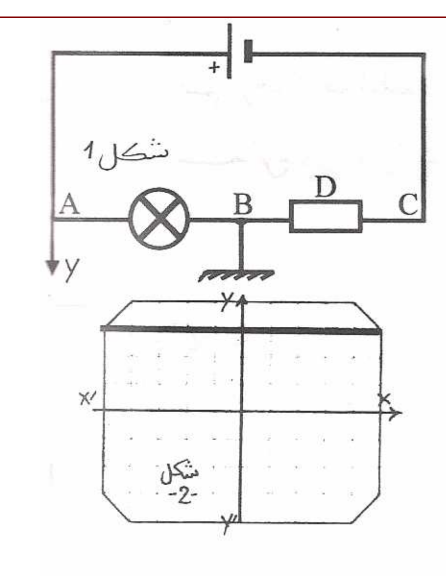
ج - مثل التوتر المقاس.

2 - يشير صانع الفولطمتر إلى أن الارتياب المطلق هو 0,5% من القيمة المقاسة زيادة على أن آخر رقم تعرضه الشاشة يعتبر خاطئ و يمكن أن يتغير بوحدة.

أ - اعط قيمة الإرتياب المطلق الكلي.

ب - أكتب قيمة التوتر المقاس $U_{AB}$ مصحوبة بالإرتياب المطلق.

تمرين10



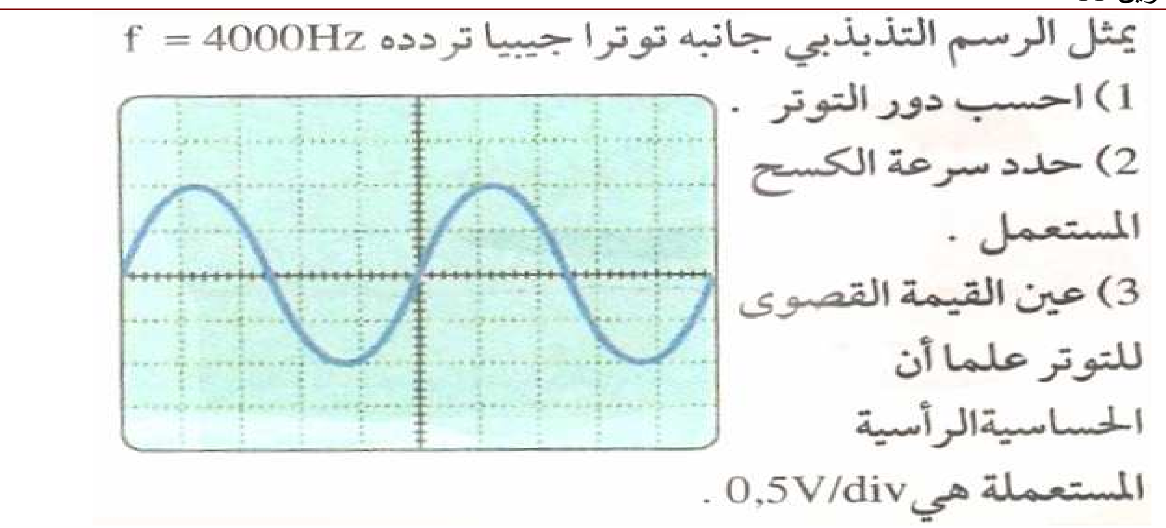

نعتبر الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل1:

1- عين التوتر الذي نريد قياسه بكاشف التذبذب

2- عيّن انطلاقاً من الرسم التذبذبي طبيعة وإشارة التوتر المقاس.

2 - علماً أن الانتقال الرأسي للخط الضوئي هو $y = 2cm$ وأن الحساسية الرأسية للجهاز هي $S_V = 2 V/cm$. أحسب التوتر المقاس.

تمرين-11



يمثل الرسم التذبذبي جانبه توترا جيبيا تردده f = 4000Hz

1) احسب دور التوتر .

2) حدد سرعة الكسح المستعمل .

3) عين القيمة القصوى للتوتر علما أن الحساسيةالرأسية المستعملة هي 0,5V/div .

تمرين12-

نعتبر الدارة الكهربائية التالية :

N P G C B A

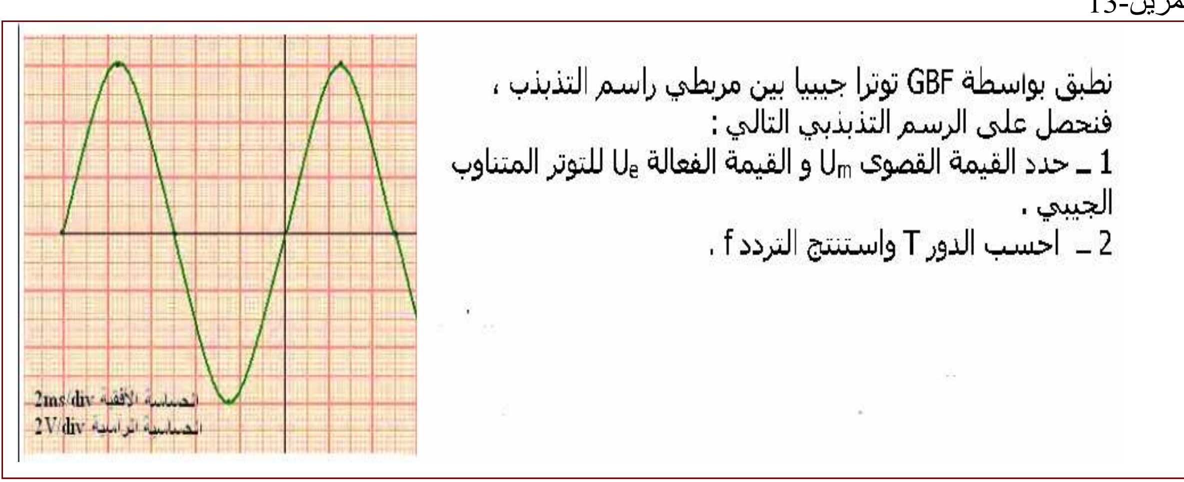
entrée Y

1 ـ أي التوترين يعاين على كاشف التذبذب ، $U_{BC}$ او $U_{CB}$؟

2 ـ نلاحظ على شاشة كاشف التذبذب وضع الخط الضوئي الذي ينتقل بـ 2,4 cm عن مركز الشاشة نحو الأعلى .

أحسب قيمة التوتر المقاس علما أن الحساسية الرأسية هي : 5V/div

تمرين-13



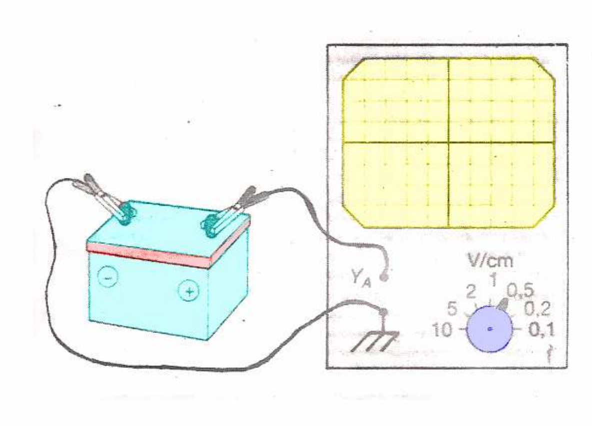

نطبق بواسطة GBF توترا جيبيا بين مربطي راسم التذبذب ، فنحصل على الرسم التذبذبي التالي :

1 ـ حدد القيمة القصوى $U_m$ و القيمة الفعالة $U_e$ للتوتر المتناوب الجيبي .

2 ـ احسب الدور T واستنتج التردد f .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمرين14




نقيس بواسطة كاشف للتذبذب التوتر U بين مربطي بطارية سيارة، كما يوضح الشكل جانبه.

1- علماً أن الحساسية الرأسية المستعملة هي $2 V/cm$ وأن الانتقال الرأسي للخط الضوئي هو $Y_1 = 3cm$.

أحسب U قيمة التوتر بين مربطي البطارية.

2- نغيّر قيمة الحساسية الرأسية إلى $5 V/cm$. أحسب $Y_2$ المسافة التي ينتقل بها الخط الضوئي.

3- علماً أن شاشة كاشف التذبذب مدرجة رأسيا من $-5cm$ إلى $+5cm$. ماهي قيم الحساسية الرأسية $S_v$ التي تجعل الخط الضوئي خارج الشاشة.

4- ماذا يحدث للخط الضوئي عند عكس مربطي البطارية بالكاشف.

تمرين15-

يزود مولد G.B.F دارة كهربائية بتوتر جيبي تردده $f = 2kHz$ ، وقيمته الفعالة $U = 2V$ .

1- حدد قيمة دور التوتر .

2- نصل مربطي المولد براسم التذبذب . في غياب التوتر يكون الخط الضوئي الأفقي في مركز الشاشة .

أ- مثل الرسم التذبذبي الذي تتم معاينته على راسم التذبذب باستعمال الحساسية الرأسية 1V/div وسرعة الكسح 0,1ms / div

ب- مثل الرسم التذبذبي المشاهد في غياب الكسح .


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com


تمرين-16

نطبق بواسطة GBF توترا متناوبا جيبيا بين مربطي راسم التذبذب ، فنحصل على الرسم التذبذبي التالي :

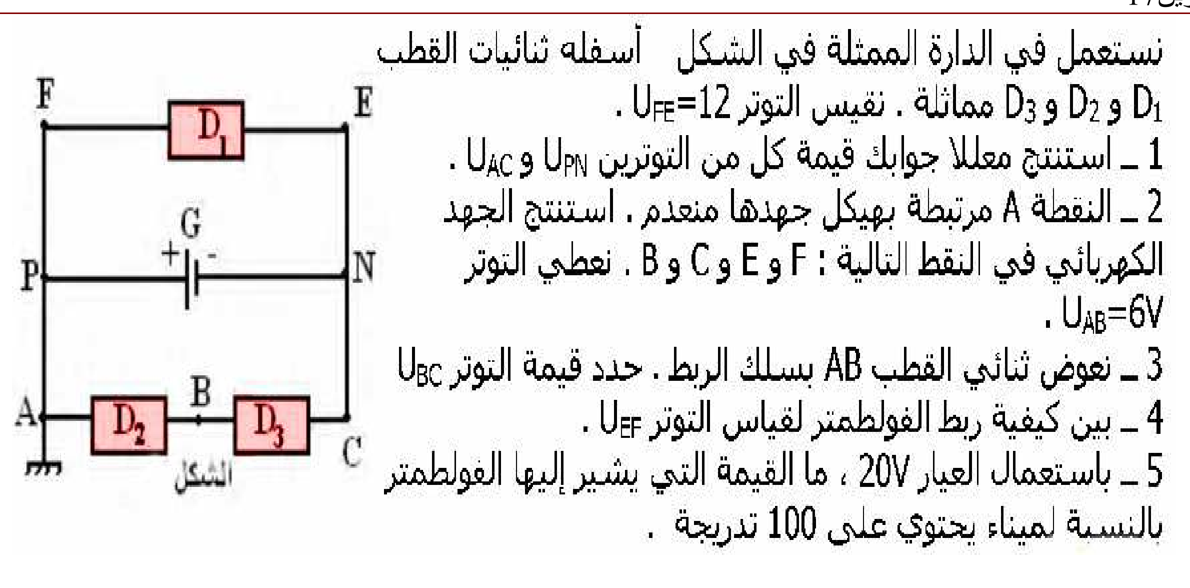
الحساسية الأفقية : 2ms/cm

الحساسية الرأسية : 2V/cm

1 ـ حدد القيمة القصوى $U_m$ والقيمة الفعالة $U_e$ للتوتر المتناوب الجيبي .

2 ـ احسب الدور T ثم استنتج التردد f.

تمرين17


نستعمل في الدارة الممثلة في الشكل أسفله ثنائيات القطب $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ مماثلة . نقيس التوتر $U_{FE}=12$ .

1 ـ استنتج معللا جوابك قيمة كل من التوترين $U_{PN}$ و $U_{AC}$ .

2 ـ النقطة A مرتبطة بهيكل جهدها منعدم . استنتج الجهد الكهربائي في النقط التالية : F و E و C و B . نعطي التوتر $U_{AB}=6V$ .

3 ـ نعوض ثنائي القطب AB بسلك الربط . حدد قيمة التوتر $U_{BC}$

4 ـ بين كيفية ربط الفولطمتر لقياس التوتر $U_{EF}$ .

5 ـ باستعمال العيار 20V ، ما القيمة التي يشير إليها الفولطمتر بالنسبة لميناء يحتوي على 100 تدريجة .



www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com




نختبر التركيب المبيّن جانبه : علماً أن :

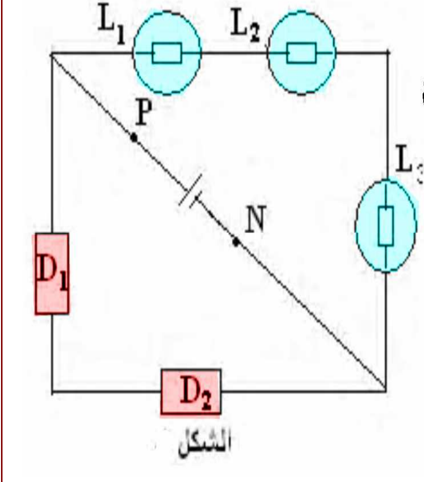
$U_{CD} = 4V$ و $U_{BG} = 10V$

1- مثّل على الدارة التوترات :

$U_{CF}$ و $U_{FD}$ و $U_{DE}$

2- أحسب قيم هذه التوترات .

تمرين-19




في الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل نستعمل ثلاث مصابيح مماثلة وثنائيي قطب $D_1$ و $D_2$ مماثلة كذلك . قيمة التوتر بين كل مصباح تساوي 3,5V .

1 ـ أحسب التوتر $U_{PN}$ بين مربطي المولد .

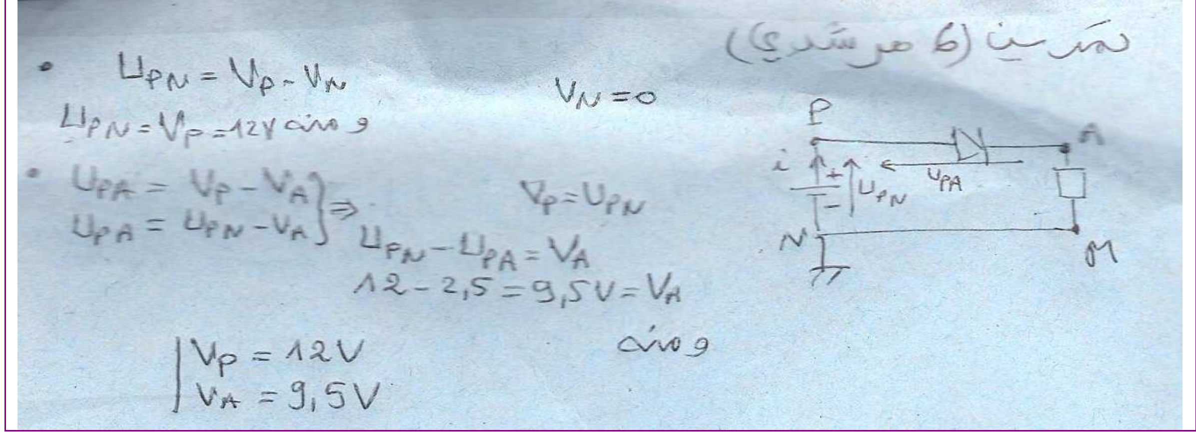
2 ـ مثل هذا التوتر بواسطة سهم على الشكل .

3 ـ أحسب التوتر بين مربطي ثنائي القطب $D_1$ . مثل هذا التوتر على الشكل .

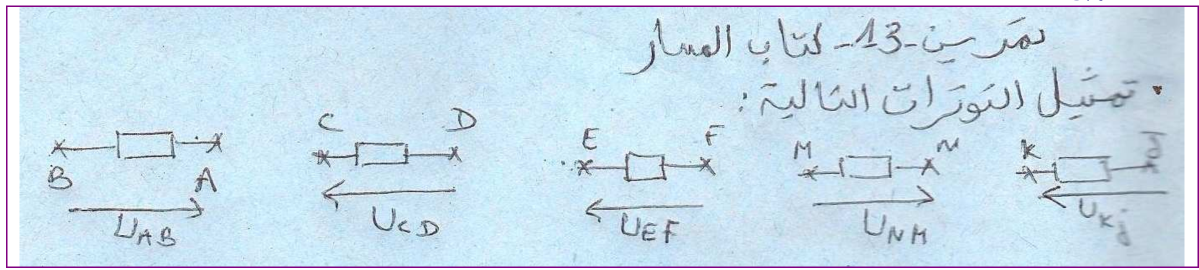
www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# حلول تمارين التيار الكربائى

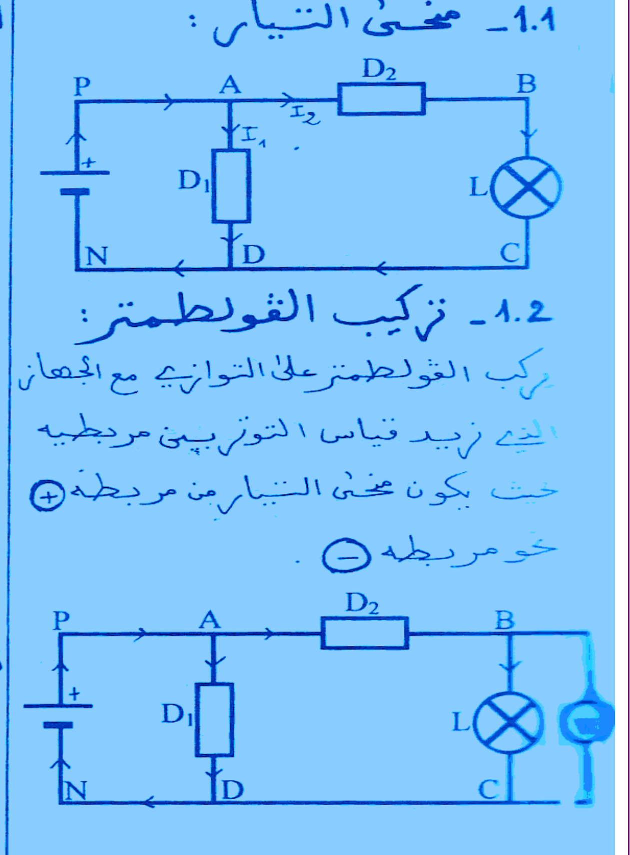
تمرين-1




تمرين-2




تمرين-3






## 2.1 - قياس التوتر:

نحسب التوتر بالعلاقة: $U = C.\frac{n}{n_0}$

مع: $C = 10V$, $n_0 = 100$ و $n = 42$

إذن: $U = \frac{10 \times 42}{100} = 4,2V$

## 2.2 - تحديد قيمة الارتياب:

نعبر عن الارتياب بالعلاقة:

$\Delta U = C \times \frac{x}{100} \Rightarrow \Delta U = \frac{10 \times 2}{100}$

$\Delta U = 0,2V.$

إذن: يمكن كتابة التوتر على الشكل التالي:

$U_{BC} = U \pm \Delta U$

$U_{BC} = (4,2 \pm 0,2)V.$

## 2.3 - دقة القياس:

تحدد دقة القياس بالعلاقة: $\frac{\Delta U}{U}$

ومنه: $\frac{\Delta U}{U} = \frac{0,2}{4,2} = 0,048$

$\frac{\Delta U}{U} = \frac{4,8}{100} = 4,8\%$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

**تمرين-4**

1 ـ التوتر $U_m$ المقاس

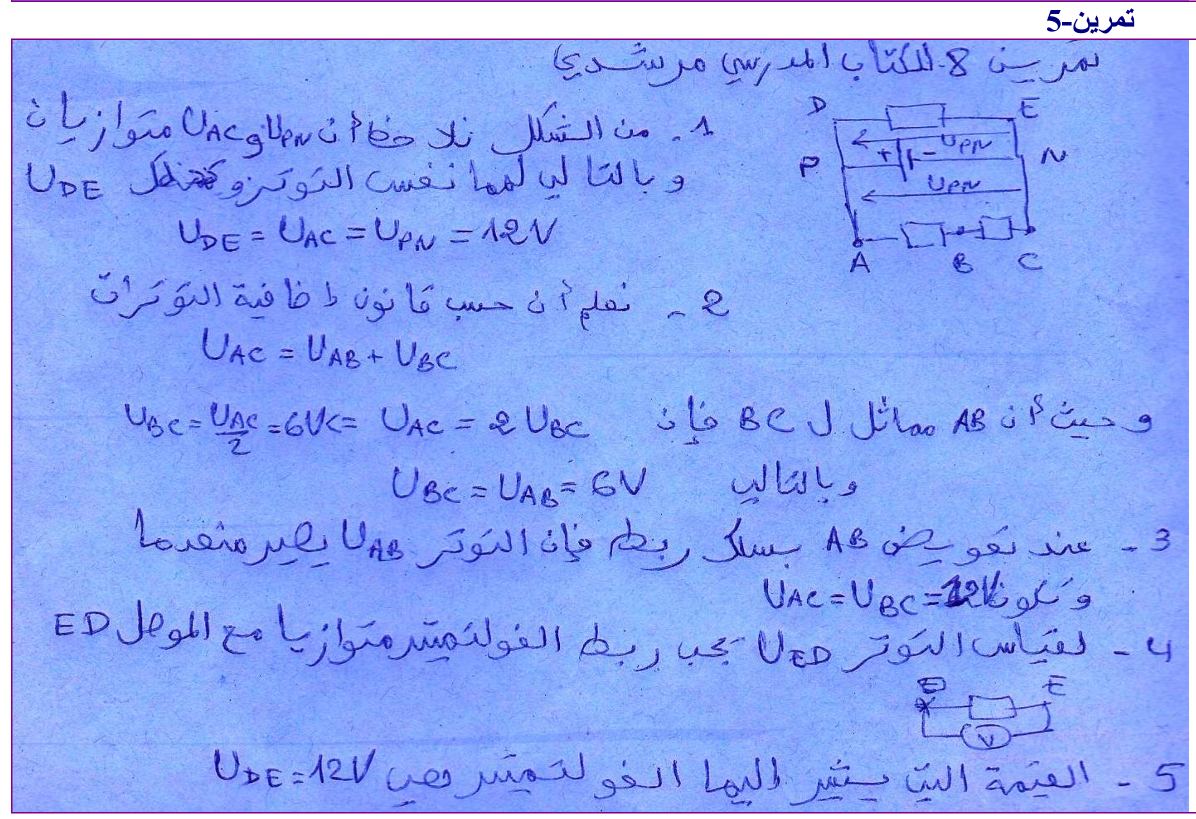
$U_m = C.\frac{n}{n_0}$ تطبيق عددي $U_m = 30.\frac{42}{100} = 12,6V$

2 ـ الارتياب المطلق

$\Delta U_m = \frac{C.a}{100} = \frac{30.2}{100} 0,6V$ ومنه تكون قيمة التوتر هي : $U = 12,6V \pm 0,6V$

الارتياب النسبي : $\frac{\Delta U_m}{U_m} = 23\%$

**تمرين-5**



تمرين 8 للكتاب المدرسي مرشدي

1 ـ من الشكل نلاحظ أن $U_{PN}$ و $U_{AC}$ متوازيان
وبالتالي لهما نفس التوتر وكذلك $U_{DE}$

$U_{DE} = U_{AC} = U_{PN} = 12V$

2 ـ نعلم أن حسب قانون إضافية التوترات

$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

وحيث أن AB مماثل لـ BC فإن $U_{AC} = 2U_{BC} \Leftarrow U_{BC} = \frac{U_{AC}}{2} = 6V$

وبالتالي $U_{BC} = U_{AB} = 6V$

3 ـ عند تعويض AB بسلك ربط فإن التوتر $U_{AB}$ يصير منعدما
ويكون $U_{AC} = U_{BC} = 12V$

4 ـ لقياس التوتر $U_{ED}$ يجب ربط الفولطمتر متوازيا مع الموصل ED

5 ـ القيمة التي يشير إليها الفولطمتر هي $U_{DE} = 12V$

**تمرين-6**

تمرين 14 من ك.م ص 104 المسار

1 ـ باستعمال العلاقة $U_m = C.\frac{n}{n_0}$ نجد $U_m = \frac{30.42}{100}$

$U_m = 12,6V$

2 ـ أ ـ علاقة الارتياب المطلق $\Delta U = \frac{\text{الفئة} \times \text{العيار}}{100}$

$\Delta U = \frac{2 \times 30}{100} \Rightarrow \Delta U = 0,6$.

$U = U_m \mp \Delta U \Rightarrow U = (12,6 \mp 0,6)V$

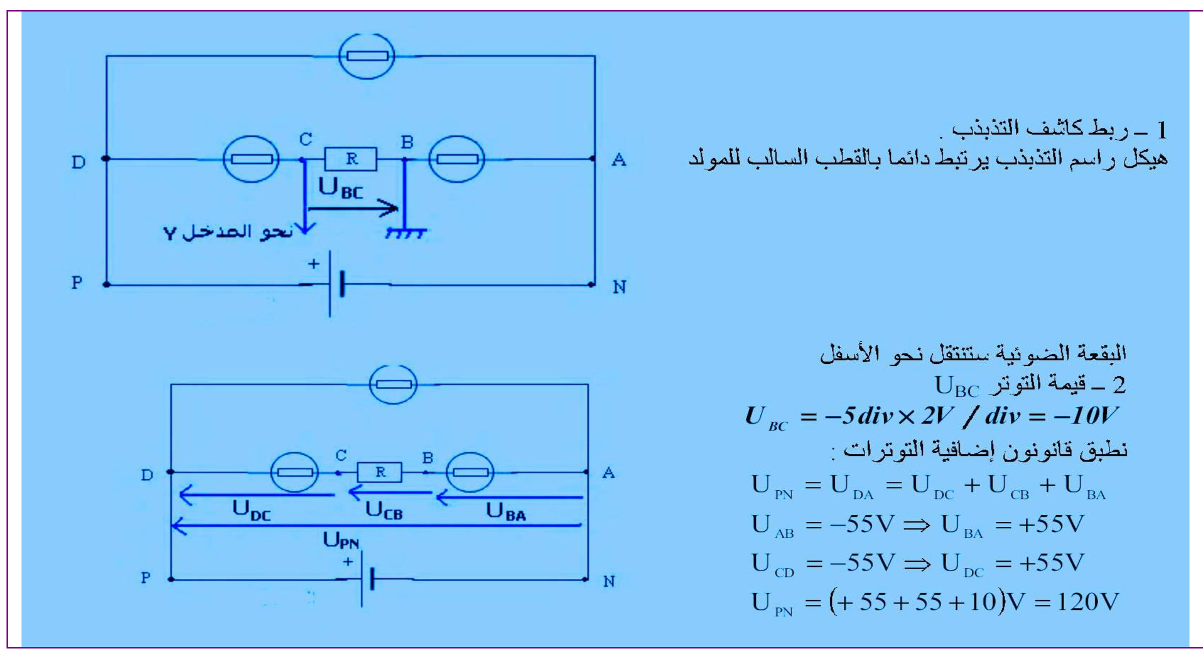
ب ـ الارتياب النسبي : $\frac{\Delta U}{U} = \frac{0,6}{12,6} =$

$\frac{\Delta U}{U} = 4,76\% \simeq 5\%$

**تمرين-7**

| العيار (V) | 2 | 3 | 5 | |
|---|---|---|---|---|
| التدرجة n | 30 | 75 | 95 | نلاحظ أن قياس التوتر يكون دقيقا كلما كان انحراف الإبرة كبيرا |
| التوتر U (V) | 0,60 | 2,25 | 4,75 | |
| الارتياب | 0,04 | 0,06 | 0,10 | يكون القياس دقيقا كلما كانت قيمة العيار أقرب إلى التوتر المقاس |
| دقة القياس | 6,7 % | 2,7% | 2,1 % | |

**تمرين-8**




**تمرين-9**

تمرين 16 ص 105 ك.م المسار

1 – أ

التوتر المقاس لها سالب وحسب الشكل فإن B مرتبط بالمربط V و A بالمربط com وبالتالي يكون التوتر هو $U_{BA}$.

ب – القطب الموجب للعمود هو A.

ج –

خ –

$U_{mes} = -1,45V$.

• $\Delta U_1 = -1,45 \times \frac{5}{100} = 0,0725$

• $\Delta U_2 = 0,01V$ وحدة آخر رقم معبر

$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$

$\Delta U = 0,0725 + 0,01$

$\Delta U = 0,0825\ V$.

$\Delta U = 0,0825 \simeq 0,08$

ومنه

$U = U_{mes} \mp \Delta U$

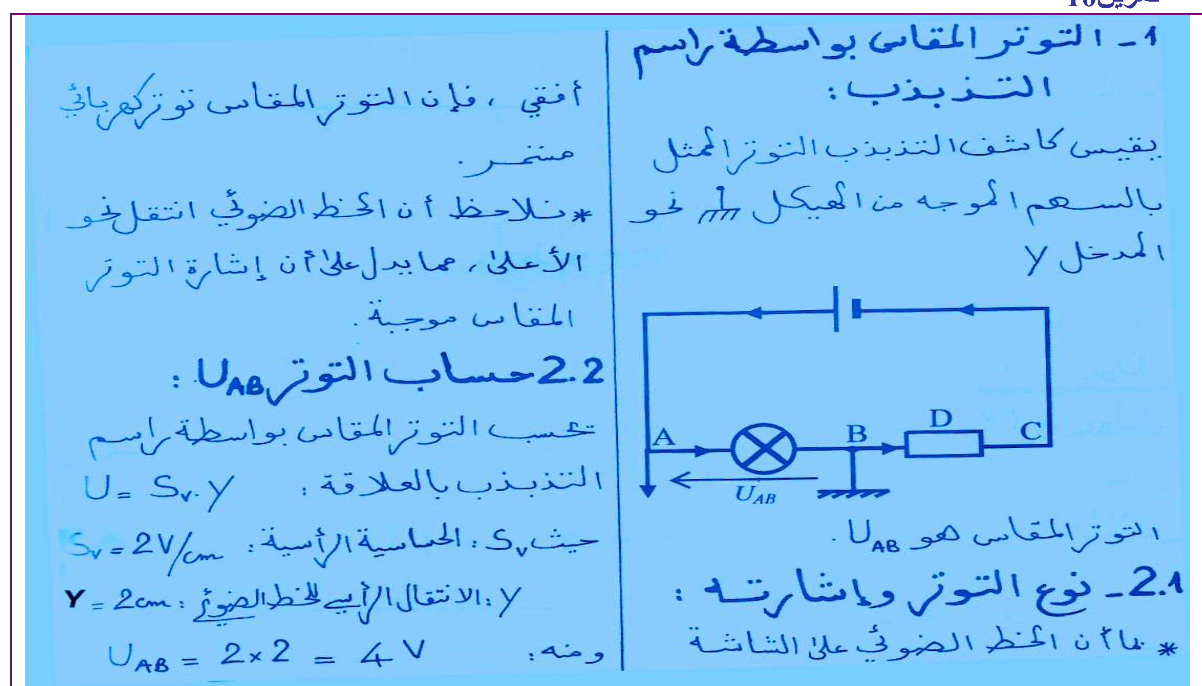
$U = (-1,45 \mp 0,0825)V$

يقع الخطأ على الرقم 5 من القيمة المقاسة

$U_{mes} = -1,45 \mp 0,08$

www.moustakim.c.la


تمرين10


1- التوتر المقاس بواسطة راسم التذبذب:

يقيس كاشف التذبذب التوتر الممثل بالسهم الموجه من الهيكل نحو المدخل Y



التوتر المقاس هو $U_{AB}$ .

2.1- نوع التوتر وإشارته:

* بما أن الخط الضوئي على الشاشة أفقي ، فإن التوتر المقاس توتر كهربائي مستمر.

* نلاحظ أن الخط الضوئي انتقل نحو الأعلى ، مما يدل على أن إشارة التوتر المقاس موجبة.

2.2 حساب التوتر $U_{AB}$ :

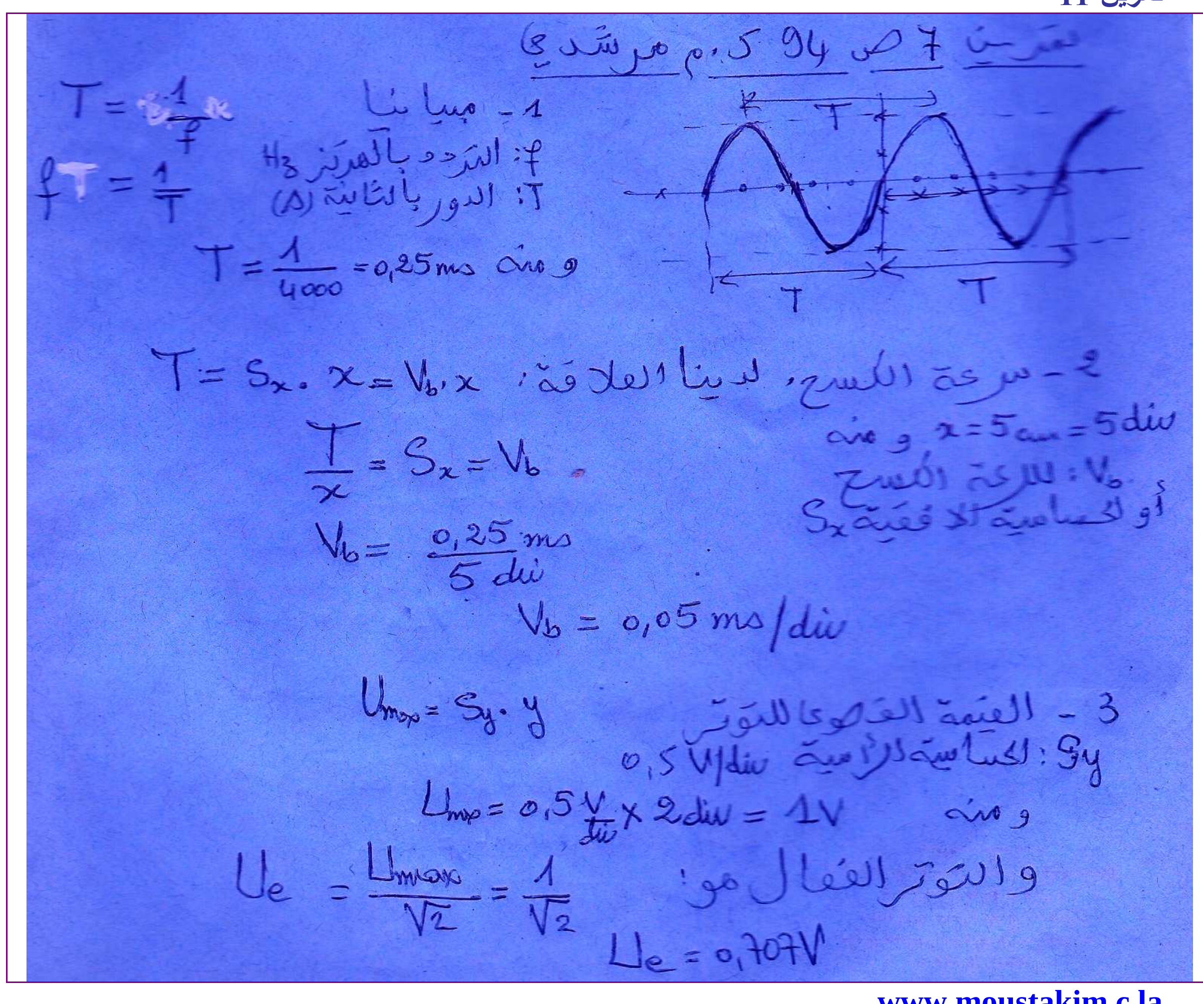
نحسب التوتر المقاس بواسطة راسم التذبذب بالعلاقة : $U = S_v . Y$

حيث $S_v$ : الحساسية الرأسية : $S_v = 2V/cm$

$Y$ : الانتقال الرأسي للخط الضوئي : $Y = 2cm$

ومنه : $U_{AB} = 2 \times 2 = 4V$

تمرين-11


تمرين 7 ص 94 ك.م مرشدي

1- مبيانيا

$T = \frac{1}{f}$

f : التردد بالهرتز Hz

T : الدور بالثانية (s)



ومنه $T = \frac{1}{4000} = 0,25ms$

2- سرعة الكسح ، لدينا العلاقة : $T = S_x . x = V_b . x$

$x = 5cm = 5div$ ومنه

$V_b$ : سرعة الكسح أو الحساسية الأفقية $S_x$

$\frac{T}{x} = S_x = V_b$

$V_b = \frac{0,25 ms}{5 div}$

$V_b = 0,05 ms/div$

3- القيمة القصوى للتوتر : $U_{max} = S_y . y$

$S_y$ : الحساسية الرأسية $0,5 V/div$

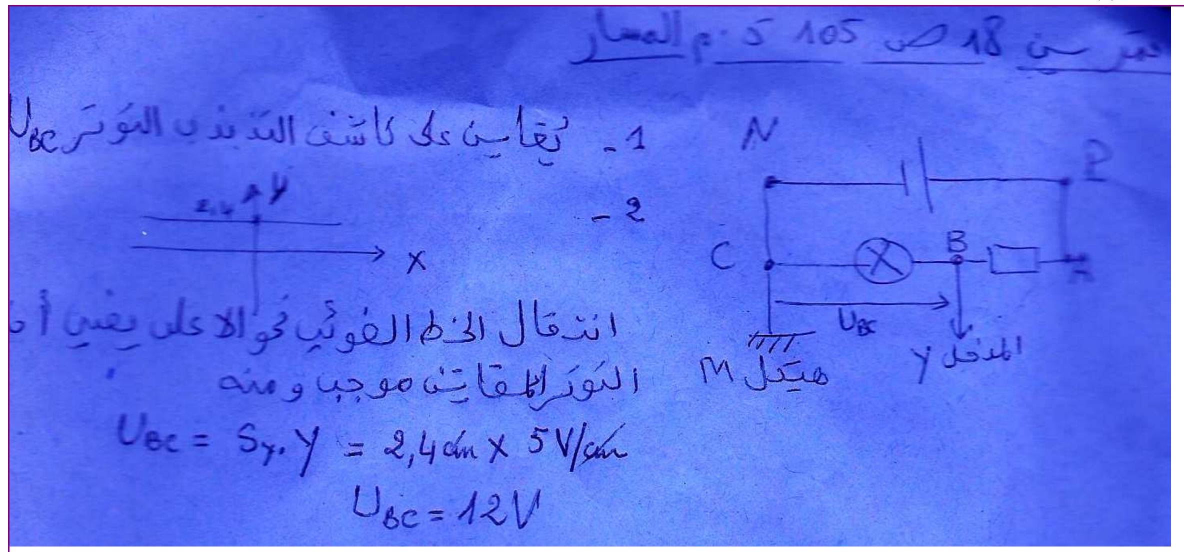
ومنه $U_{max} = 0,5 \frac{V}{div} \times 2div = 1V$

والتوتر الفعال هو : $U_e = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$U_e = 0,707V$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمرين-12




تمرين-13

1 ـ القيمة القصوية $U_{max}$ :

الحساسية الرأسية : $2V / div$ وعدد التربيعات $y = 3div$

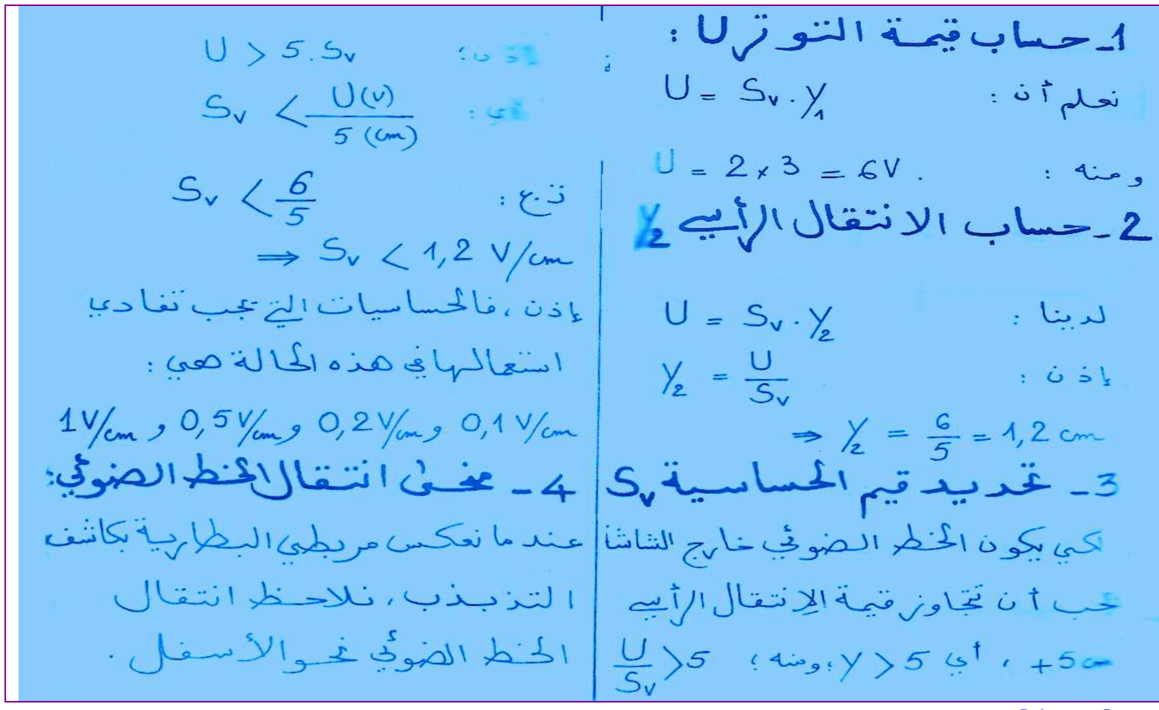
ونعلم أن $U = S_y . y$ وبالتالي $U_{max} = 6V$

القيمة الفعالة هي $U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 4,24V$

2 ـ حساب التوتر T , نستعمل الحساية الأفقية $K_x = 2ms / div$ و $x = 5div$ ونعلم أن

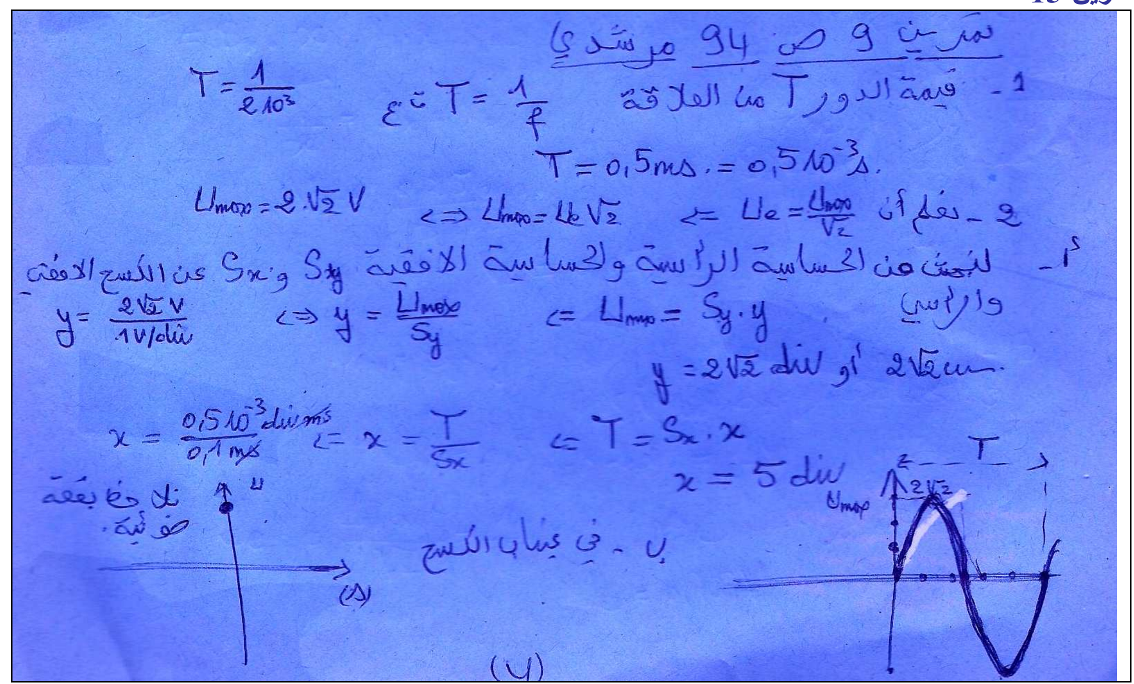
$T = K_x . x = 10ms = 0,01s$ ومنه نستنتج التردد $N = f = \frac{1}{T} = 100Hz$

تمرين-14




www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-15



تمرين 9 ص 94 مرشدي

1- قيمة الدور T من العلاقة $T=\frac{1}{f}$ ع ت : $T=\frac{1}{2\cdot10^{3}}$

$T=0,5ms = 0,5\cdot10^{-3}s$

2- نعلم أن $U_e=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ ⇐ $U_{max}=U_e\sqrt{2}$ ⟸⟹ $U_{max}=2\sqrt{2}\,V$

أ- البحث عن الحساسية الرأسية والحساسية الافقية $S_y$ و $S_x$ عن الكسح الافقي والرأسي

$U_{max}=S_y\cdot y$ ⇐ $y=\frac{U_{max}}{S_y}$ ⟸⟹ $y=\frac{2\sqrt{2}\,V}{1V/div}$

$y=2\sqrt{2}\,div$ أو $2\sqrt{2}\,cm$

$T=S_x\cdot x$ ⇐ $x=\frac{T}{S_x}$ ⇐ $x=\frac{0,5\cdot10^{-3}}{0,1ms}\,div$

$x=5\,div$

ب- في غياب الكسح

نلاحظ بقعة ضوئية.



## تمرين-16

تمرين 19 ص 105 المسار

1- القيمة القصوى $U_{max}$ هي مبيانيا $U_{max}=S_y\cdot y$

$S_y=2V/cm$ الحساسية الرأسية .

$U_{max}=2V/cm\times3cm$

$U_{max}=6V$

ونعلم أن $U_e=\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ ⇐ $U_e=\frac{6}{\sqrt{2}}=4,24V$

2- حساب الدور $T=S_x\cdot x$

$S_x$: سرعة الكسح أو الحساسية الافقية $S_x=2ms/cm$

$T=2ms/cm\times5$

$T=10ms$

نستنتج من الدور T التردد f بالعلاقة $f=\frac{1}{T}$

$f=\frac{1}{10\cdot10^{-3}}=\frac{1000}{10}$

$f=100Hz$

## تمرين-17

1 ـ بما ان F و P و A لهما نفس الجهد $V_A=V_P=V_F$ وكذلك E و N و C لهما نفس الجهد $V_C=V_N=V_E$

إذن $U_{FE}=V_F-V_E=V_N-V_P=V_A-V_C$

$U_{FE}=U_{NP}=U_{AC}=12V$

2 ـ النقطة A مرتبطة بهيكل جهده منعدم : $V_A=0$ من العلاقات السابقة يمكن أن نستنتج أن :

$V_A-V_C=-V_C=12V \Rightarrow V_C=-12V$

وحسب السؤال السابق $V_C=V_N=V_E$ أي أن $V_E=-12V$

$V_A=V_P=V_F$ وبما أن $V_A=V_F=0$

وحسب قانون لإضافية التوترات في الفرع AC : $U_{AC}=U_{AB}+U_{BC}$ وبما أن ثنائيات القطب مماثلة فإن

$U_{AC}=2U_{AB} \Rightarrow U_{AB}=\frac{U_{AC}}{2}=6V$.

$U_{AB}=V_A-V_B=-V_B \Rightarrow V_B=-U_{AB}=-6V$

3 ـ عندما نعوض ثنائي القطب AB بسلك الربط $U_{AB}=0V$ إذن $U_{BC}=U_{AC}=12V$

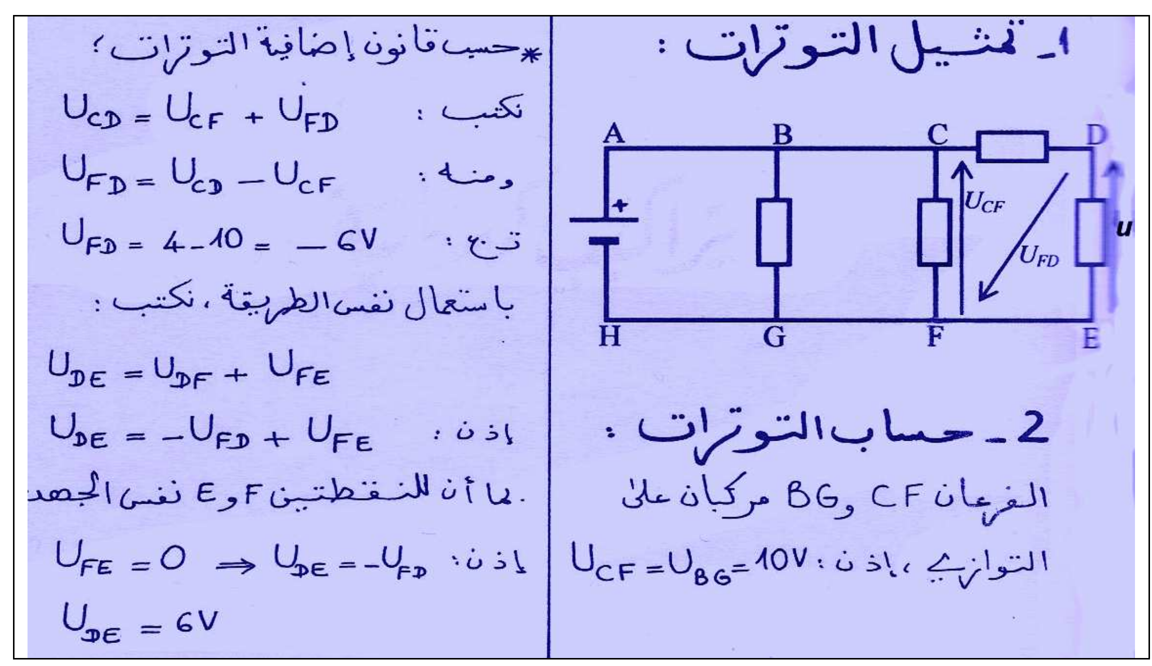
4 ـ لقياس التوتر $U_{EF}$ نركب الفولطمتر على التوازي مع المولد على أساس أن نقلب مربطي المولد لكي يصبح التوتر سالبا .

5 ـ القيمة التي يشير إليها الفولطمتر عند استعمال العيار 20V هي :

$$U=C.\frac{n}{n_0} \Rightarrow n=\frac{Un_0}{C}$$

$$n=60$$

## تمرين-18


1ـ تمثيل التوترات :



2ـ حساب التوترات :

الفرعان CF و BG مركبان على التوازي ، إذن : $U_{CF}=U_{BG}=10V$

*حسب قانون إضافية التوترات ، نكتب : $U_{CD}=U_{CF}+U_{FD}$

ومنه : $U_{FD}=U_{CD}-U_{CF}$

ت ع : $U_{FD}=4-10=-6V$

باستعمال نفس الطريقة ، نكتب :

$U_{DE}=U_{DF}+U_{FE}$

إذن : $U_{DE}=-U_{FD}+U_{FE}$

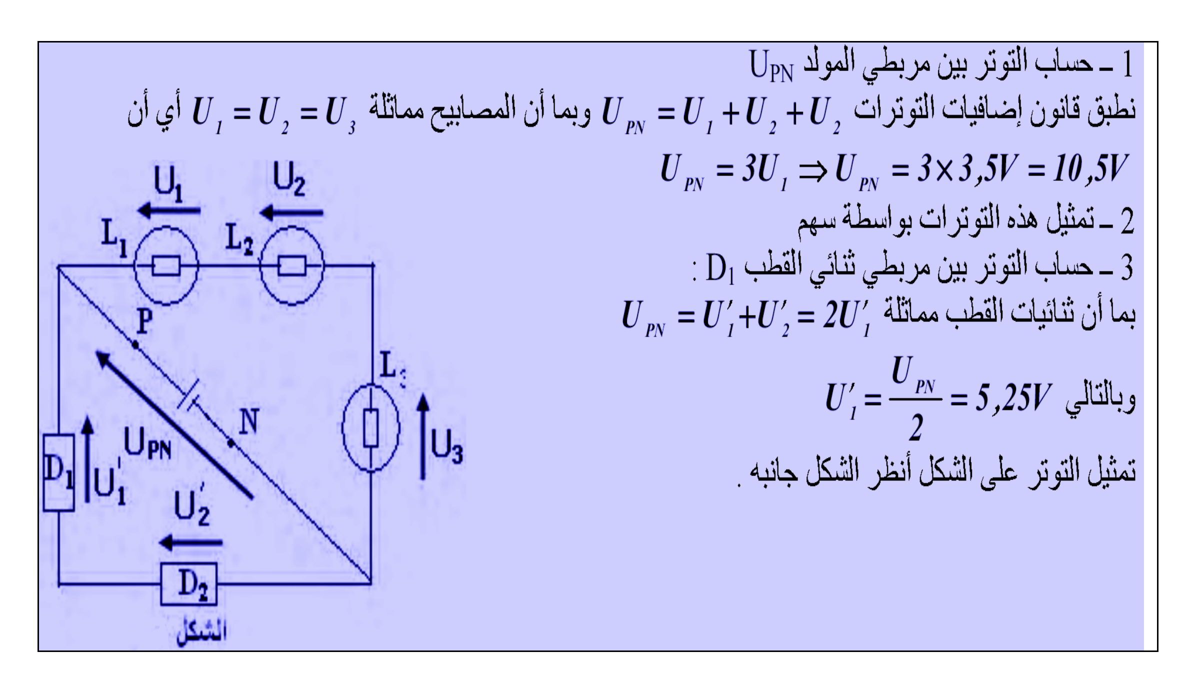
بما أن للنقطتين F و E نفس الجهد

إذن : $U_{FE}=0 \Rightarrow U_{DE}=-U_{FD}$

$U_{DE}=6V$

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-19




1 ـ حساب التوتر بين مربطي المولد $U_{PN}$

نطبق قانون إضافيات التوترات $U_{PN} = U_1 + U_2 + U_2$ وبما أن المصابيح مماثلة $U_1 = U_2 = U_3$ أي أن

$$U_{PN} = 3U_1 \Rightarrow U_{PN} = 3\times 3,5V = 10,5V$$

2 ـ تمثيل هذه التوترات بواسطة سهم

3 ـ حساب التوتر بين مربطي ثنائي القطب $D_1$ :

بما أن ثنائيات القطب مماثلة $U_{PN} = U'_1 + U'_2 = 2U'_1$

وبالتالي $U'_1 = \frac{U_{PN}}{2} = 5,25V$

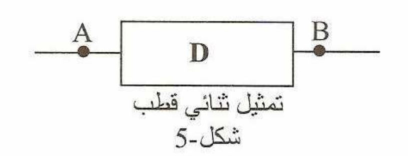
تمثيل التوتر على الشكل أنظر الشكل جانبه .

www.moustakim.c.la

moustamani@hotmail.com

# تجميع الموصلات الاومية

## 1- تعريف ثنائي قطب كهربائي :



تمثيل ثنائي قطب
شكل-5

نسمي ثنائي قطب كهربائي كل مركبة كهربائية (أو كل تجميع لمركبات كهربائية) ذات مربطين أو قطبين.

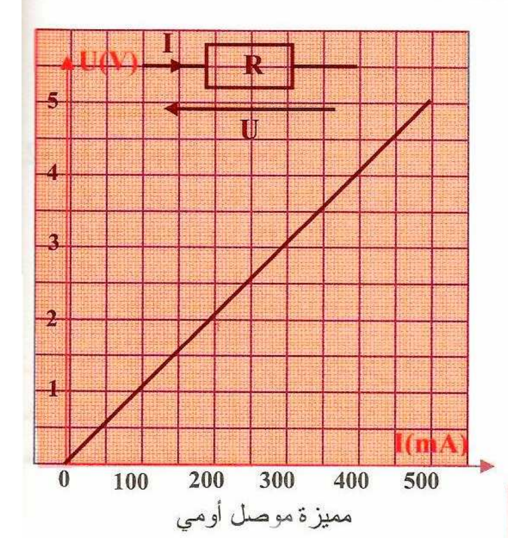
نمثل رمزيا ثنائي قطب كهربائي، كيفما كان نوعه، بمستطيل ذي مربطين A و B

## 2- الموصل الأومي :

### 2.1- تذكير

تمت دراسة الموصل الأومي ( للاختصار : المقاوِم :Résistor) في السنة الثانية من التعليم الثانوي الإعدادي، وتم التوصل إلى ما يلي :

- يتميز الموصل الأومي بمقاومته R ووحدتها الأوم (Ω)، أو بمواصلته $G = \frac{1}{R}$ و وحدتها السيمنس(S).
- مميزة الموصل الأومي مستقيم يمر من الأصل O إذا ما بقيت درجة حرارته ثابتة، لذلك فهي خطية
- عند اشتغاله، يستجيب الموصل الاومي لقانون أوم.



مميزة موصل أومي

**قانون أوم : عند درجة حرارة ثابتة، يتناسب توتر الموصل الأومي U طردا مع شدة التيار الكهربائي I، ويسمى معامل التناسب R مقاومة الموصل الأومي.**
**يعبر عنه بالعلاقة : $U = R.I$ أو $I = G.U$**

بحيث يُعبّر عن U بالفولط (V)، و I بالأمبير (A)، و R بالأوم (Ω)، و G بالسيمنس (S).

تمثل المقاومَة R المُعامل الموجه للمميزة $U = f(I)$، والمواصلة G المعامل الموجه للمميزة $I = g(U)$.

### 2.2- تأثير درجة الحرارة على المقاومَة

يعتبر سِلك معدنيٌّ، ذو مقطع ثابت، موصلا أوميًا إذا بقيت درجة حرارته ثابتة(انظر دراسة مميزة مصباح ).

وتُبين التجربة أن مقاومته تتعلق بطوله l ومقطعه S وبنَوْعيته. تترجم العلاقة التالية هذه الخاصية :

$$(\Omega) \rightarrow R = \rho \frac{\ell}{S} \begin{matrix} \leftarrow (m) \\ \leftarrow (m^2) \end{matrix}$$

يسمى المعامل ρ مقاومية الموصل الأومي، ويعبر عنها بالأوم متر (Ω.m ).

| الفلزات | Ag | Cu | Al | W | Fe | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المقاومية $10^{-8}\Omega.m$ | 1,6 | 1,7 | 2,8 | 5,5 | 9,6 | 22 |

| أشباه الموصلات | Ge | Si |
|---|---|---|
| المقاومية Ω.m | 0,5 | 2500 |

جدول : مقاوَمية بعض المواد عند درجة الحرارة 25°C

### 2.3- تجميع الموصلات الأومية

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

### 2.3.1- التجميع على التوالي

حسب قانون إضافية التوترات نكتب : $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

وحسب قانون أوم نكتب : $U_{AB} = R_1 . I$ و $U_{BC} = R_2 . I$

و $U_{AC} = R . I$ ومنه $RI = R_1 . I + R_2 . I$ أي $R = R_1 + R_2$

وتُبين نتائج القياسات المحصلة أن $R = R_1 + R_2$ .

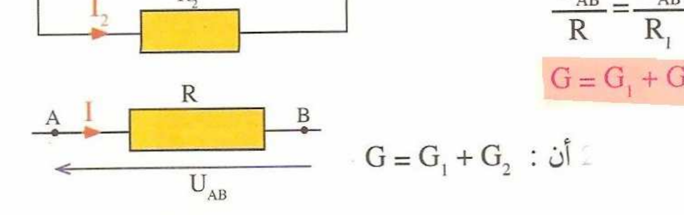
### 2.3.2- التجميع على التوازي

طبقا لقانون العقد نكتب : $I = I_1 + I_2$

وطبقا لقانون أوم نكتب : $I = \frac{U_{AB}}{R}$ و $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$

و $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2}$ فنحصل على $\frac{U_{AB}}{R} = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2}$

ومنه $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ أي $G = G_1 + G_2$




وتُبين نتائج القياسات التجريبية المحصلة أن : $G = G_1 + G_2$

**تعميم:**

- المقاومة المكافئة لتجميع موصلات أومية على التوالي هي : $R = \sum R_i$
- المواصلة المكافئة لتجميع موصلات أومية على التوازي هي : $G = \sum G_i$ ومنه $\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$

**ملحوظة :**

إذا كانت للموصلات الأومية المركبة على التوازي نفس المقاومة r (نفس المواصلة g)

فإن مقاومة الموصل الأومي المكافئ هي : $R = \frac{r}{n}$ ومواصلته هي $G = n.g$.

## 3- مقسم التوتر

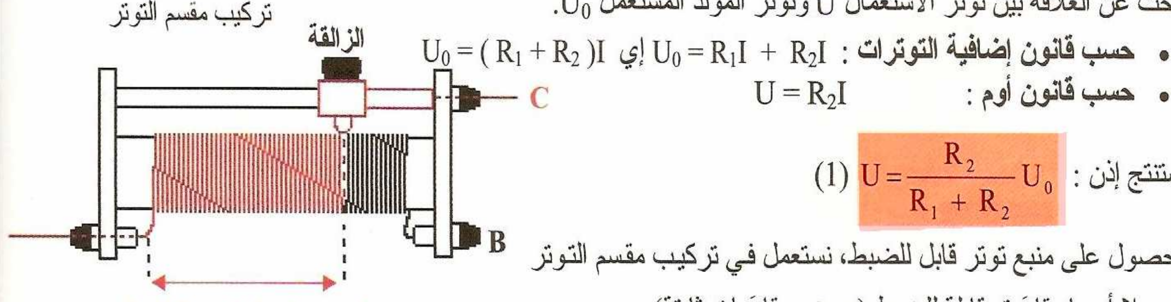
في غالب الأحيان لا نتوفر على مولد توتره قابل للضبط، لأن جل المولدات المتوفرة تعطي توترا ثابتا فقط ( الأعمدة، المراكم، التغذية المثبتة...).

للحصول على منبع توتر قابل للضبط انطلاقا من منبع توتر ثابت، ننجز تركيبا كهربائيا يسمى : **تركيب مقسم التوتر**

نبحث عن العلاقة بين توتر الاستعمال U وتوتر المولد المستعمل $U_0$.

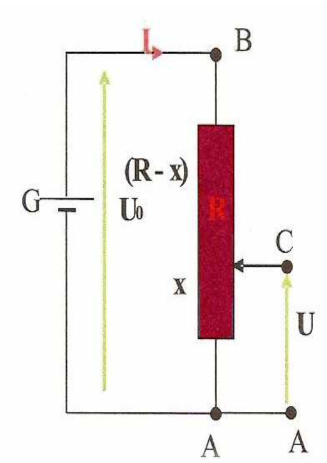
- **حسب قانون إضافية التوترات :** $U_0 = R_1 I + R_2 I$ إي $U_0 = (R_1 + R_2) I$
- **حسب قانون أوم :** $U = R_2 I$

نستنتج إذن : $U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_0$ (1)




للحصول على منبع توتر قابل للضبط، نستعمل في تركيب مقسم التوتر موصلا أوميا مقاومَته قابلة للضبط (عوض مقاومَات ثابتة).

وهذا الموصل الأومي هو المعدلة



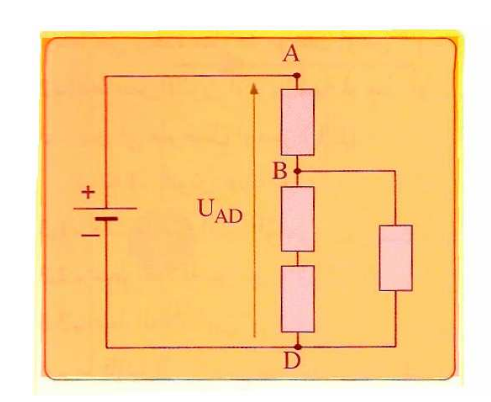
تركيب مقسم التوتر باستعمال معدلة

تتكون المعدلة من سلك فلزي متجانس من اشابة الحديد والنيكل ذي مقطع ثابت، ملفوف على جسم أسطواني مغطى بعازل كهربائي. تتوفر المعدلة على ثلاثة مرابط A، B و C ويبلغ طول سلكها، بين المربطين A و B، عدة أمتار.

وبتحريك الزالقة C يمكن ضبط طول السلك الذي يدخل في الدارة باستعمال المربطين A و C أو B و C ، وبالتالي تحديد جزء المقاومة x المستعمل بالنسبة للتركيب الممثل في الشكل تصبح العلاقة(1) :

$$U = \frac{x}{(R-x)+x}U_0 = \frac{x}{R}U_0$$ مع R المقاومة الكلية للمعدلة

# تطبيق




يتكون التركيب الكهربائي جانبه من :

– مولد للتوتر المستمر توتره $U_{AD} = 12{,}0V$ .

– أربع موصلات أومية مماثلة مقاومة كل واحد: $R = 220\ \Omega$ .

1 - أحسب المقاومة المكافئة $R_e$ بين العقدتين B و D، ومثّل تبيانة مكافئة للتركيب .

2 - نقيس التوتر $U_{AB}$ فنجد 7,2V، أحسب التوتر $U_{BD}$ ثم بيّن، اعتمادا على مقارنة $U_{BD}$ و $U_{AD}$ ، أن هذا التركيب مقسم للتوتر .

# الحل

<table>
<tr>
<td>

1 - بين النقطتين B و D يوجد فرعان :

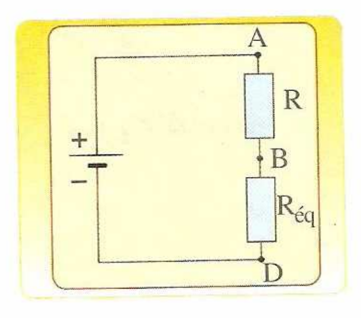
– فرع يضم مقاومتين على التوالي ، المقاومة المكافئة لها هي :

$$R_1 = R + R = 2R$$

– المقاومتان $R_1$ و $R_2$ مركبتان على التوازي ، المقاومة المكافئة لهما هي كالتالي :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_e = \frac{2R}{3} = 147\Omega$$

التبيانة المكافئة :




</td>
<td>

2- 

$$U_{AD} = U_{AB} + U_{BD}$$

$$U_{BD} = U_{AD} - U_{AB} = 12{,}0 - 7{,}2 = 4{,}8V$$

$$\frac{U_{BD}}{U_{AD}} = \frac{4{,}8}{12{,}0} = 0{,}4$$

لدينا المربطين B و D جزء من التوتر $U_{AD}$ ، إذن حققنا مقسم التوتر .

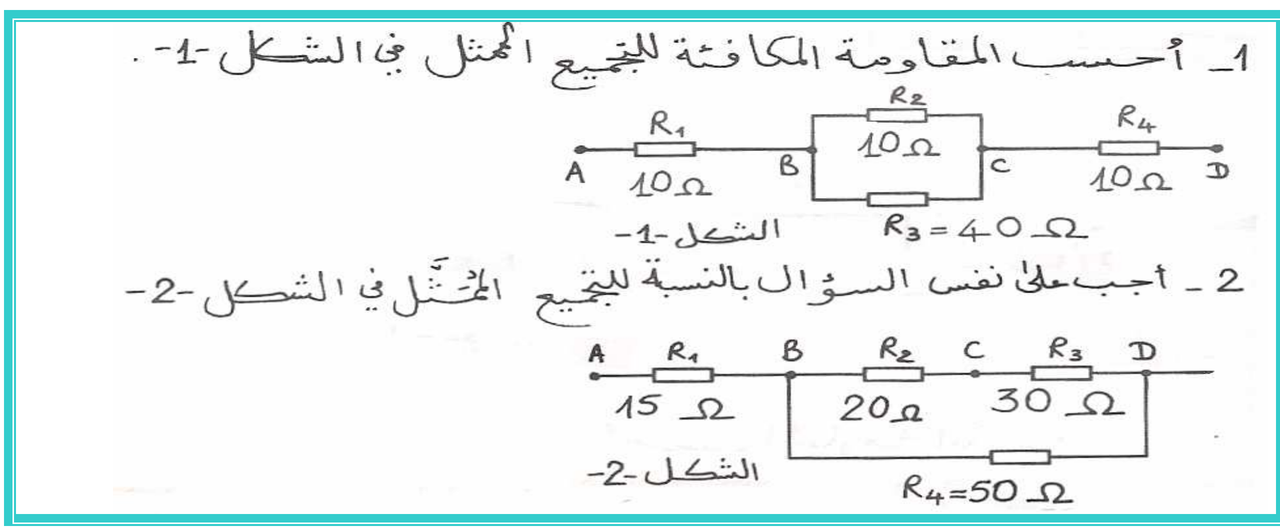
**ملحوظة** : بتطبيق علاقة مقسم التوتر نكتب :

$$\frac{U_{BD}}{U_{AD}} = \frac{R_e}{R_e + R} = \frac{\frac{2R}{3}}{\frac{2R}{3} + R} = \frac{2}{5} = 0{,}4$$

</td>
</tr>
</table>

# سلسلة تمارين الموصلات الاومية

## تمرين-1-


1 ـ أحسب المقاومة المكافئة للتجميع الممثل في الشكل -1- .



2 ـ أجب على نفس السؤال بالنسبة للتجميع الممثل في الشكل -2-



## تمرين-2-

R1 = 10 Ω

R2 = 30 Ω

R3 = 2,5 Ω

R4 = 6 Ω

R5 = 5 Ω

R6 = 20 Ω

A

B

الشكل -1-

R1 = 5 Ω

R2 = 10 Ω

R3 = 10 Ω

R4 = 2 Ω

R5 = 10 Ω

R6 = 40 Ω

R7 = 2,5 Ω

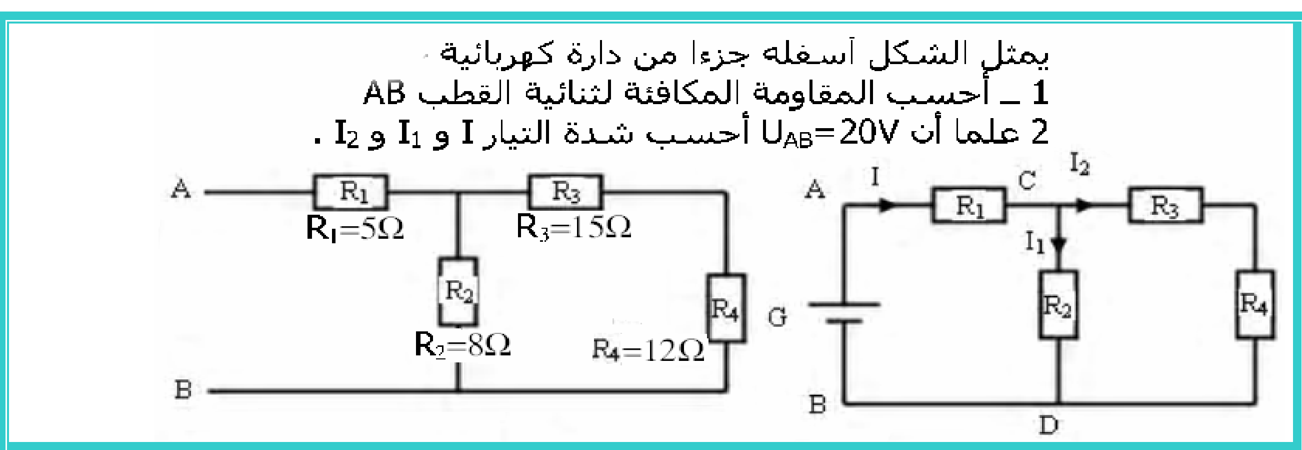
A

B

الشكل -2-

أحسب المقاومة المكافئة للتجميع الممثل في الشكل -1- والتجميع الممثل على الشكل -2-

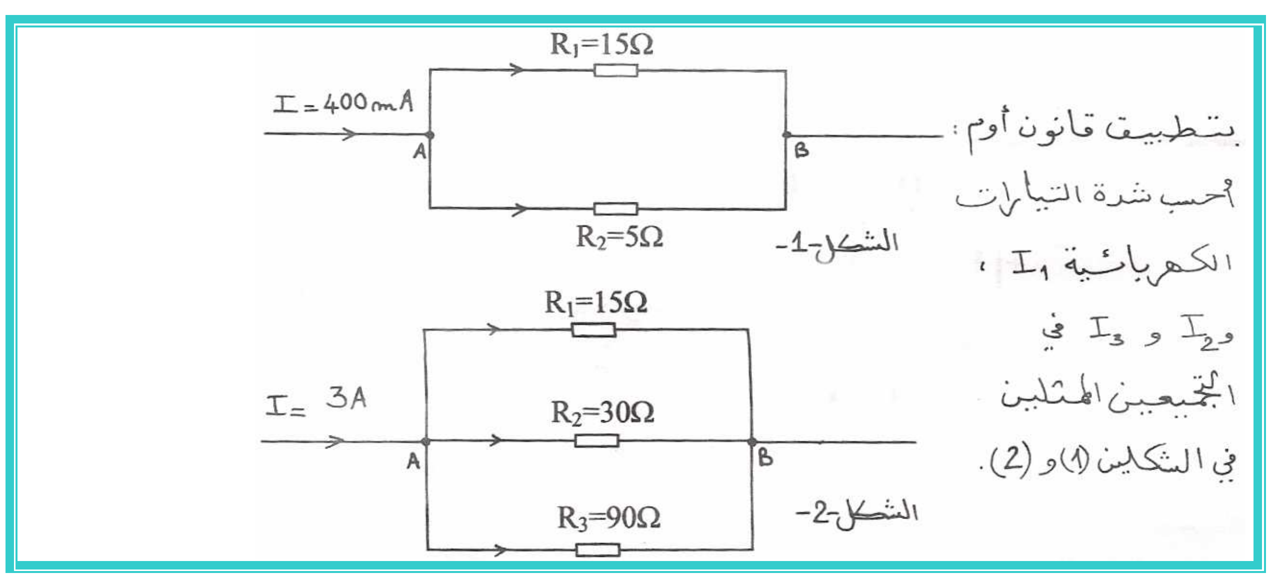
## تمرين-3-


يمثل الشكل أسفله جزءا من دارة كهربائية .

**1** ـ أحسب المقاومة المكافئة لثنائية القطب AB

2 علما أن $U_{AB}=20V$ أحسب شدة التيار I و $I_1$ و $I_2$ .

## تمرين-4-




## تمرين-5

يمثل الشكل جانبه دارة كهربائية . نطبق بين المربطين A و B توتر شدته $U_{AB}=12V$ .

1 ـ أحسب شدة التيار الكهربائي $I_1$ المار في $R_1$ .

2 ـ أحسب شدة التيار الكهربائي المار في $R_2$ . نستنتج قيمة التوتر بين مربطي الموصل الأومي $R_3$ .

3 ـ أحسب شدة التيار الكهربائي I في الفرع الأساسي واستنتج قيمة الموصل المكافئ لهذا التركيب .

4 ـ قارن هذه القيمة بالنتيجة التي يمكن الحصول عليها بتطبيق علاقة تجميع الموصلات الأومية .

## تمرين-6-

1 ـ أحسب مقاومة ثنائي القطب المكافئ لـ $D_2$ و $D_3$

2 ـ استنتج مقاومة ثنائي القطب المكافئ لـ $D_1$ و $D_2$ و $D_3$

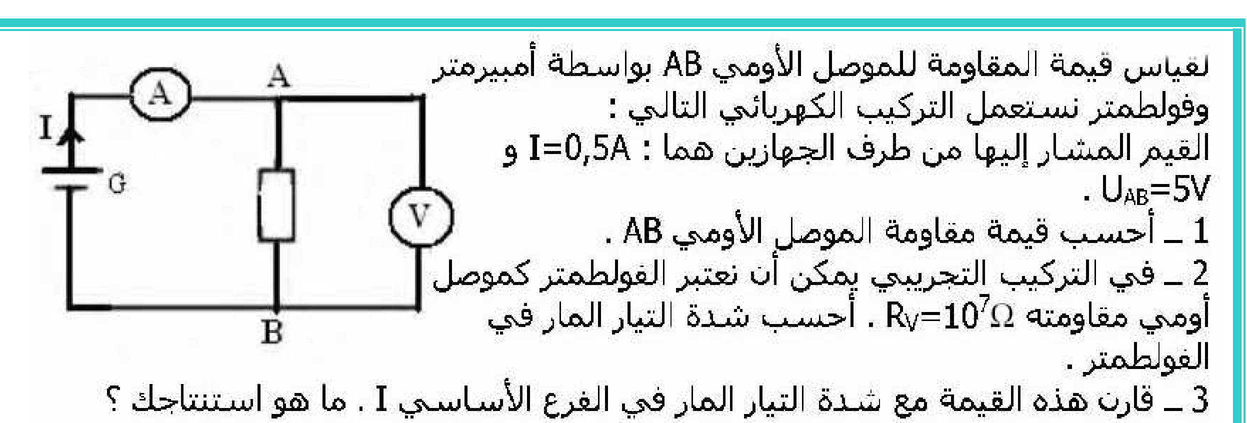
3 ـ يشير الأمبيرمتر إلى شدة تيار $I_{AB}=I_1=0,5A$

3.1 ـ ما هي إشارة الفولطمتر؟

3.2 ـ علماً أن $U_{AC}=8,5V$ ، أحسب $U_{BC}$ .

3.3 ـ أحسب شدتي التيارين المارين في $D_2$ و $D_3$

## تمرين-7-




لقياس قيمة المقاومة للموصل الأومي AB بواسطة أمبيرمتر وفولطمتر نستعمل التركيب الكهربائي التالي :

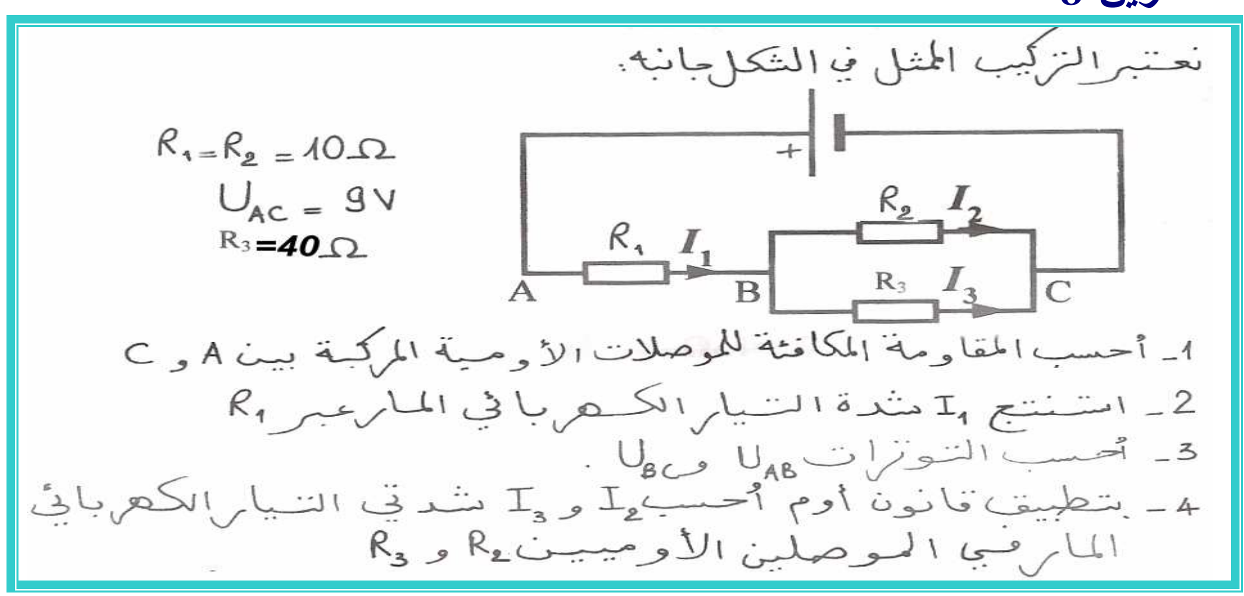
القيم المشار إليها من طرف الجهازين هما : I=0,5A و $U_{AB}=5V$ .

1 ـ أحسب قيمة مقاومة الموصل الأومي AB .

2 ـ في التركيب التجريبي يمكن أن نعتبر الفولطمتر كموصل أومي مقاومته $R_V=10^7\Omega$ . أحسب شدة التيار المار في الفولطمتر .

3 ـ قارن هذه القيمة مع شدة التيار المار في الفرع الأساسي I . ما هو استنتاجك ؟

## تمرين-8-




نعتبر التركيب الممثل في الشكل جانبه:

$R_1=R_2=10\Omega$

$U_{AC}=9V$

$R_3=40\Omega$

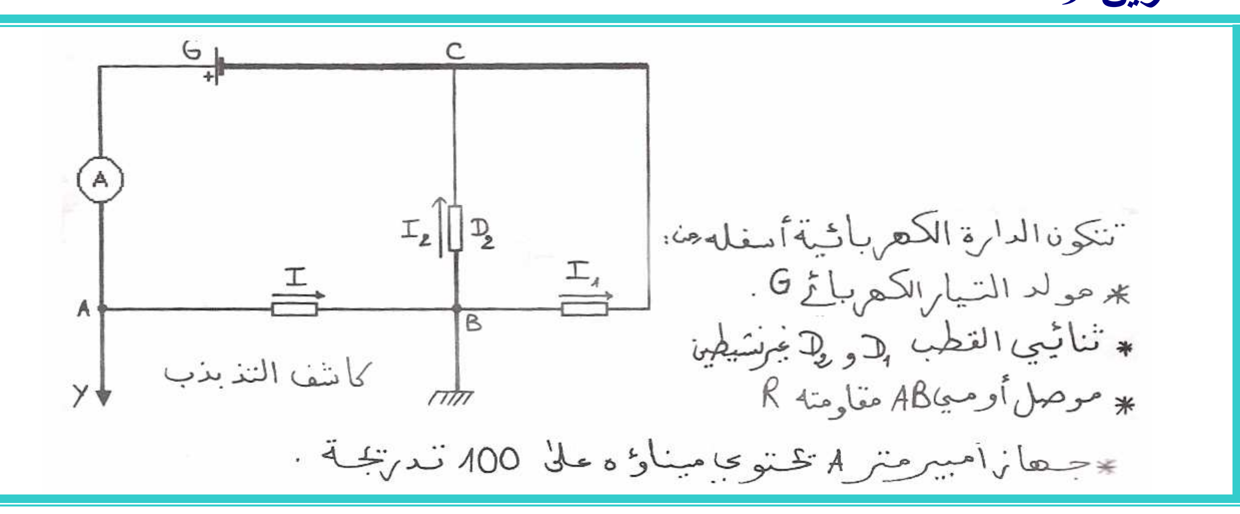
1ـ أحسب المقاومة المكافئة للموصلات الأومية المركبة بين A و C

2 ـ استنتج $I_1$ شدة التيار الكهربائي المار عبر $R_1$

3ـ أحسب التوترات $U_{AB}$ و $U_{BC}$ .

4 ـ بتطبيق قانون أوم أحسب $I_2$ و $I_3$ شدتي التيار الكهربائي المار في الموصلين الأوميين $R_2$ و $R_3$

## تمرين-9-




تتكون الدارة الكهربائية أسفله من:

* مولد التيار الكهربائي G .
* ثنائيي القطب $D_1$ و $D_2$ غير نشيطين
* موصل أومي AB مقاومته R
* جهاز أمبيرمتر A تحتوي ميناؤه على 100 تدرجة .

1-1- كيف تم تركيب ثنائيي القطب $D_1$ و $D_2$ في الدارة الكهربائية ؟

1-2- ما التدريجة التي تستقر عندها إبرة جهاز الأمبيرمتر، علماً أن شدة التيار $I = 2,5A$ وأن العيار المستعمل هو $5A$ .

1-3- ماشدة التيار الكهربائي الذي يجتاز ثنائي القطب $D_2$ ، علماً أن $I_1 = \frac{2}{5} I$

2- نوصل جهاز كاشف التذبذب بالدارة الكهربائية كما يبين الشكل، تنحرف البقعة الضوئية بـ $2cm$ عندما تكون الحساسية الرأسية: $10V/cm$.

2-1- ماقيمة التوتر $U_{AB}$ ؟

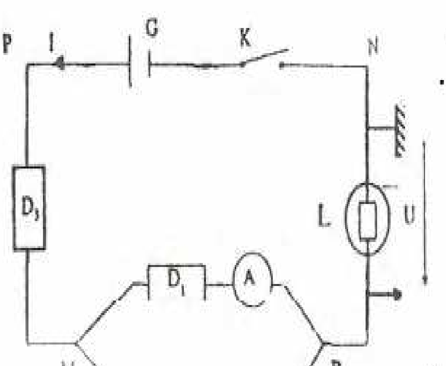
2-2- عيّن المقاومة $R$ للموصل الأومي $AB$ .

ما التوتر بين مربطي ثنائي القطب $D_2$ ، علماً أن التوتر بين قطبي المتولد $G$ هو $U_{AC} = 24V$

## تمرين-10-

نعتبر التركيب التجريبي الممثل في الشكل أسفله حيث:

- $G$ مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E$ ومقاومته الداخلية مهملة .
- $D_1$ و $D_2$ و $D_3$: موصلات اومية مقاومتها على التوالي : $R_1 = 10\Omega$ و $R_2 = 10\Omega$ و $R_3 = 5\Omega$ .
- $L$ مصباح كهربائي.
- $A$ امبيرمتر فئته 1.5 يحتوي ميناؤه على 100 تدريجة وعياره 1A.
- كاشف التذبذب لمعاينة التوتر $U$ بين مربطي المصباح $L$ . حساسيته الراسية مضبوطة على $2V/cm$.
- قاطع التيار (K).




2- عين العقد الموجود في هذه الدارة واستنتج $I$ شدة التيار.

3- حدد $R_e$ المقاومة المكافئة لتجميع الموصلات الاومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ .

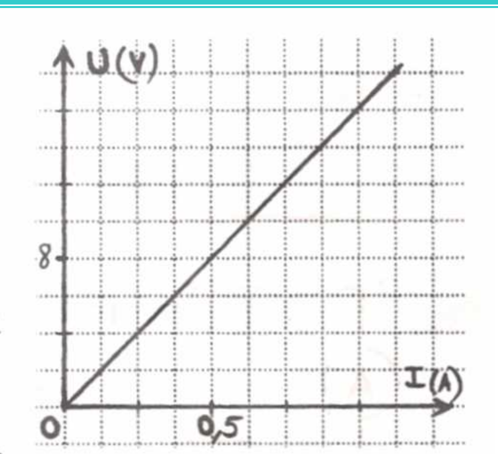
4- حدد $U$ التوتر بين مربطي المصباح $L$ .

5- اوجد $E$ القوة الكهرمحركة للمولد G.

6- لدينا مصباحين $L_1$ و $L_2$ سجل عليهما $L_1(3V;2,4W)$ و $L_2(3V;4,5W)$ ، عين معللا جوابك المصباح الذي استعمل في هذا التركيب.

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-11-




1- تمثل الوثيقة جانبه المميزة $U=f(I)$ لثنائي القطب $D_e$ المكافئ لموصلين أوميين $D_1$ و $D_2$ مركبين على التوالي

1.1- ما طبيعة ثنائي القطب $D_e$؟ علل جوابك

1.2- أوجد مبيانيا قيمة المقاومة $R_e$ لثنائي القطب $D_e$.

1.3- أكتب تعبير المقاومة $R_e$ بدلالة $R_1$ مقاومة $D_1$ و $R_2$ مقاومة $D_2$. استنتج قيمة $R_1$ علما أن $R_2 = 4\Omega$.

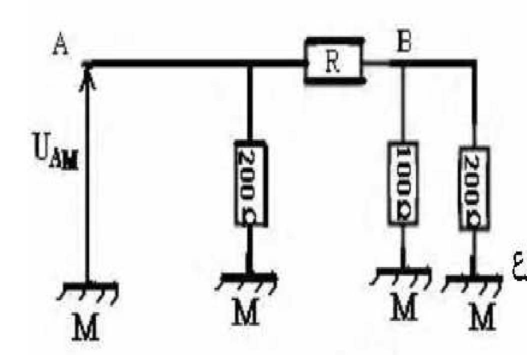
2- نستعمل ثنائيي القطب $D_1$ و $D_2$ في التركيب التجريبي الممثل في الشكل جانبه حيث تم تركيبهما مع العناصر التالية:

* G: مولد للتيار الكهربائي المستمر.
* $D_3$: موصل أومي مقاومته $R_3$.
* A: جهاز الأمبيرمتر يشير إلى القيمة: $I_1 = 0,25A$.

2.1- علما أن قيمة شدة التيار $I = 0,5A$، أحسب شدة التيار $I_2$.

2.2- أوجد قيمة $R_3$ مقاومة الموصل الأومي $D_3$.

## تمرين-12-




نغذي الدارة الكهربائية التالية بتوتر مستمر قيمته $U_{AM}=12V$.

1- يعطي قياس شدة التوتر بين النقطتين A و B: $U_{AB}=4V$ نختار كحالة مرجعية الجهد في النقطة M منعدم $V_M=0V$. أحسب الجهد في النقطة B.

2- حدد عله، النسانة منحى التيار الكهربائي في كل فرع

3- أحسب شدة التيار الكهربائي في كل فرع

4- نستنتج قيمة مقاومة الموصل الأومي R.

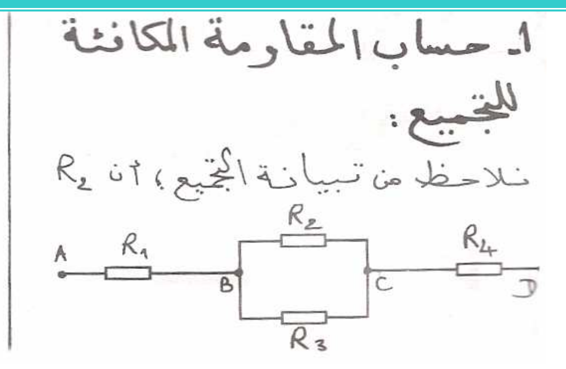

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# حلول سلسلة تمارين الموصلات الاومية

## تمرين-1-

### 1- حساب المقاومة المكافئة للتجميع:

نلاحظ من تبيانة التجميع، أن $R_2$

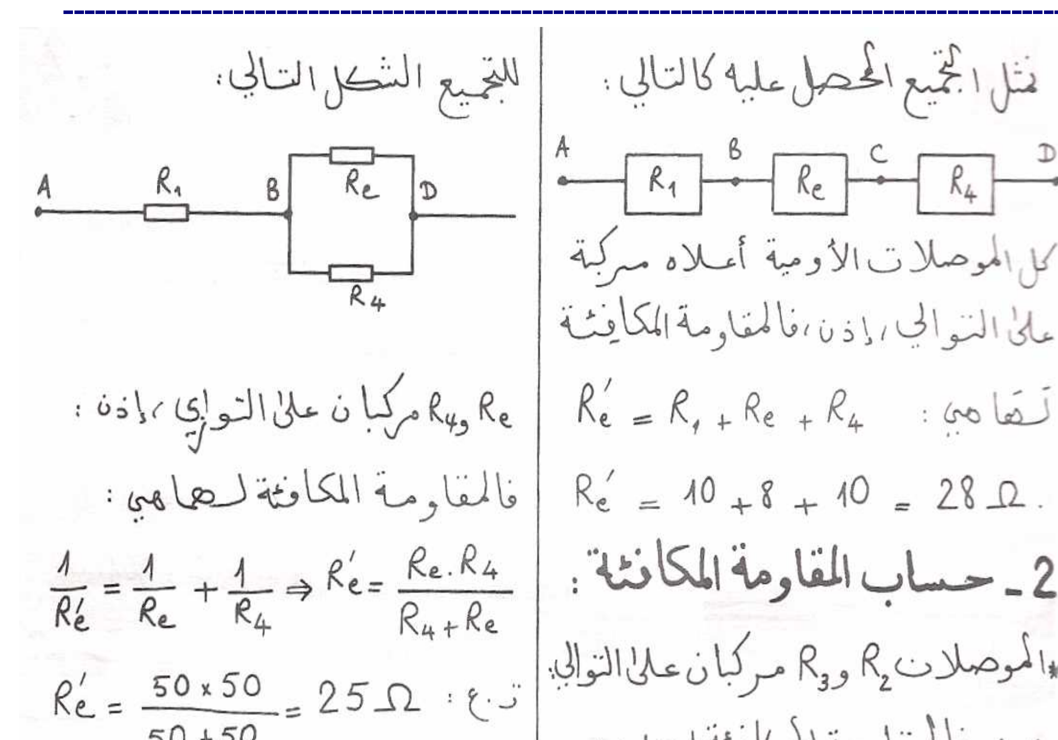



و $R_3$ مركبان على التوازي، إذن تمكن تعويضهما بموصل أومي مقاومته $R_e$ حيث:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_e = \frac{R_2 . R_3}{R_3 + R_2}$$

ت.ع: $R_e = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = 8\ \Omega$.

---



نمثل التجميع المحصل عليه كالتالي:



كل الموصلات الأومية أعلاه مركبة على التوالي، إذن، فالمقاومة المكافئة لها هي:

$$R'_e = R_1 + R_e + R_4$$

$$R'_e = 10 + 8 + 10 = 28\ \Omega.$$

### 2- حساب المقاومة المكافئة:

* الموصلات $R_2$ و $R_3$ مركبان على التوالي، إذن، فالمقاومة المكافئة لهما هي:

$$R_e = R_2 + R_3 \Rightarrow R_e = 50\ \Omega$$

عند تعويض الموصلين الأوميين $R_2$ و $R_3$ بالموصل الأومي المكافئ $R_e$، يصبح للتجميع الشكل التالي:



$R_e$ و $R_4$ مركبان على التوازي، إذن: فالمقاومة المكافئة لهما هي:

$$\frac{1}{R'_e} = \frac{1}{R_e} + \frac{1}{R_4} \Rightarrow R'_e = \frac{R_e . R_4}{R_4 + R_e}$$

ت.ع: $R'_e = \frac{50 \times 50}{50 + 50} = 25\ \Omega$

* $R'_e$ و $R_1$ مركبان على التوالي:



المقاومة المكافئة إذن للتجميع هي: $R''_e = R_1 + R'_e$

ت.ع: $R''_e = 15 + 25 = 40\ \Omega$.


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-2-

1_ المقاومة المكافئة للتجميع الممثل على الشكل -1- :

* $R_1$ و $R_2$ مركبان على التوازي ومنه فالمقاومة المكافئة لهما هي:

$$R_e = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} \qquad R_e = \frac{10 \times 30}{40} = 7,5\Omega$$

* $R_2$ و $R_3$ مركبان على التوالي، إذن فالمقاومة المكافئة لهما:

$$R'_e = R_3 + R_e \qquad R'_e = 10\Omega$$

نتبع نفس المراحل للفرع الآخر من التركيب:

* $R_5$ و $R_6$ مركبان على التوازي:

$$R = \frac{R_5 . R_6}{R_5 + R_6} \Rightarrow R = \frac{5 \times 20}{25} = 4\Omega$$

* $R_4$ و $R$ مركبان على التوالي:

$$R' = R + R_4 \Rightarrow R' = 10\Omega$$

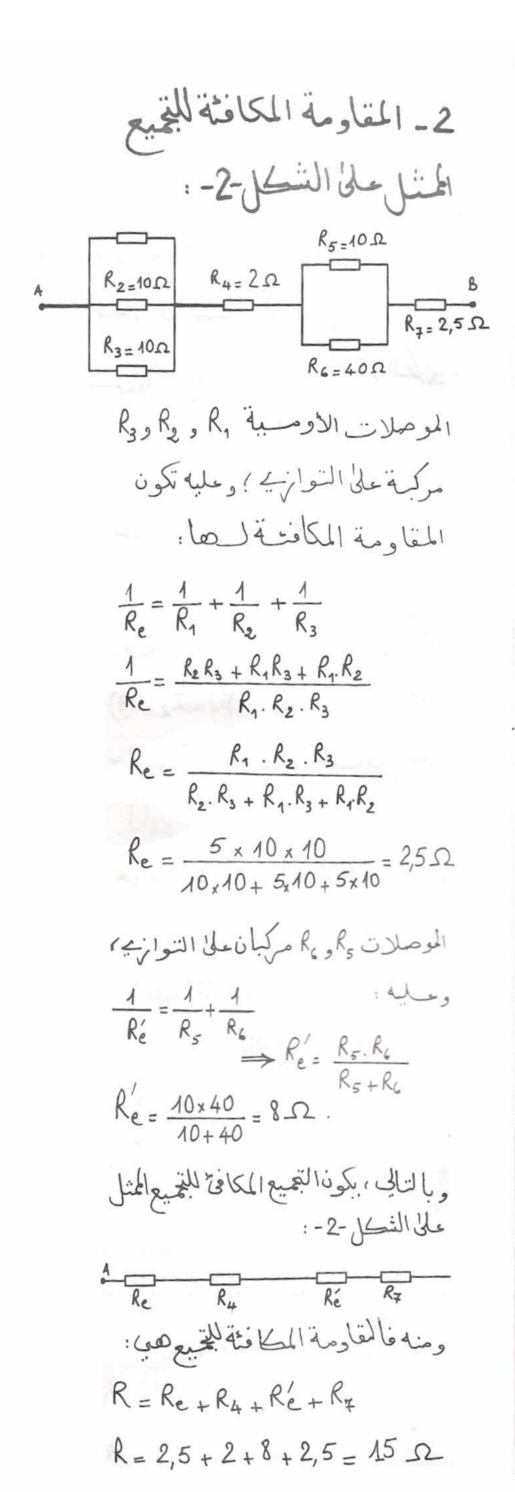
- يمكن إذن تمثيل التجميع المبيّن على الشكل -1- بالتبيانة التالية:

نكتب المقاومة المكافئة لـ $R'_e$ و $R'$ :

$$\frac{1}{R''_e} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R'_e}$$

$$R''_e = \frac{R' . R'_e}{R' + R'_e}$$

ت.ع: $R''_e = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega$



2_ المقاومة المكافئة للتجميع الممثل على الشكل -2- :

الموصلات الأومية $R_1$ و $R_2$ و $R_3$ مركبة على التوازي، وعليه تكون المقاومة المكافئة لها:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 . R_2}{R_1 . R_2 . R_3}$$

$$R_e = \frac{R_1 . R_2 . R_3}{R_2 . R_3 + R_1 . R_3 + R_1 R_2}$$

$$R_e = \frac{5 \times 10 \times 10}{10 \times 10 + 5 \times 10 + 5 \times 10} = 2,5\Omega$$

الموصلات $R_5$ و $R_6$ مركبان على التوازي، وعليه:

$$\frac{1}{R'_e} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} \Rightarrow R'_e = \frac{R_5 . R_6}{R_5 + R_6}$$

$$R'_e = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = 8\Omega .$$

وبالتالي، يكون التجميع المكافئ للتجميع الممثل على الشكل -2-:

ومنه فالمقاومة المكافئة للتجميع هي:

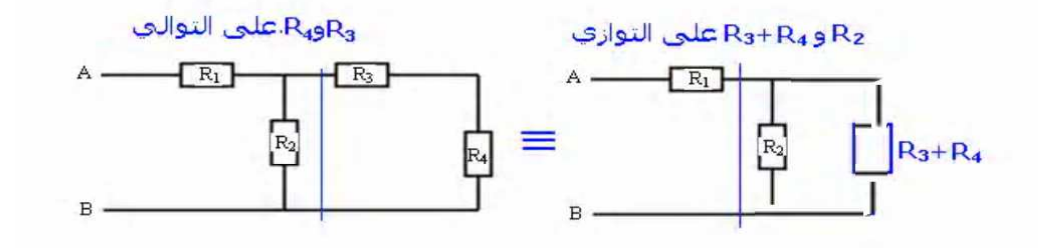
$$R = R_e + R_4 + R'_e + R_7$$

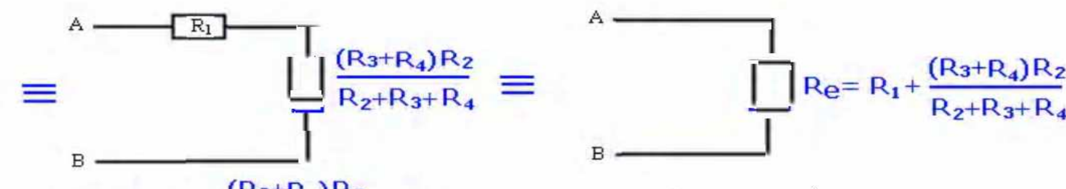
$$R = 2,5 + 2 + 8 + 2,5 = 15\ \Omega$$

## تمرين-3-

1 – المقاومة المكافئة لثنائي القطب AB :

يلاحظ من خلال التركيب أن $R_1$ و $(R_4,R_3)$ ، $R_2$ مركبة على التوازي وأن $R_4$ و $R_3$ مركبة على التوالي .



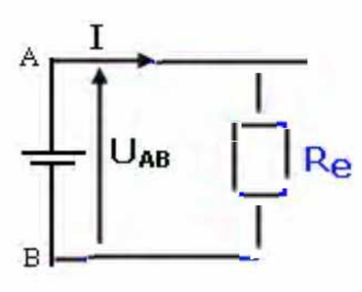



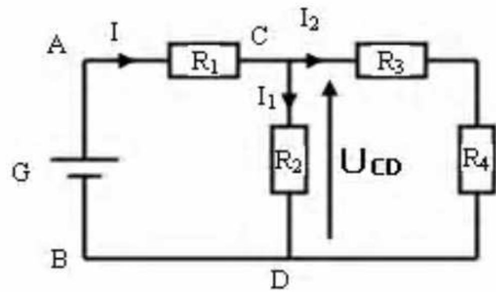

تطبيق عددي : $R_e=11,2\Omega$

2 – حساب شدة التيار الكهربائي I . حسب قانون أوم $U_{AB}=R_eI$ أي أن $I=\dfrac{U_{AB}}{R_e}$ لدينا $U_{AB}=20V$

تطبيق عددي : $I=1,78A$

حساب شدة التيار الكهربائي $I_1$ و $I_2$ حسب قانون اوم في المقطع CD : $U_{CD}=R_2I_1 \Rightarrow I_1=\dfrac{U_{CD}}{R_2}$




وحسب قانون إضافية التوترات في الدارة ACDB عندنا :

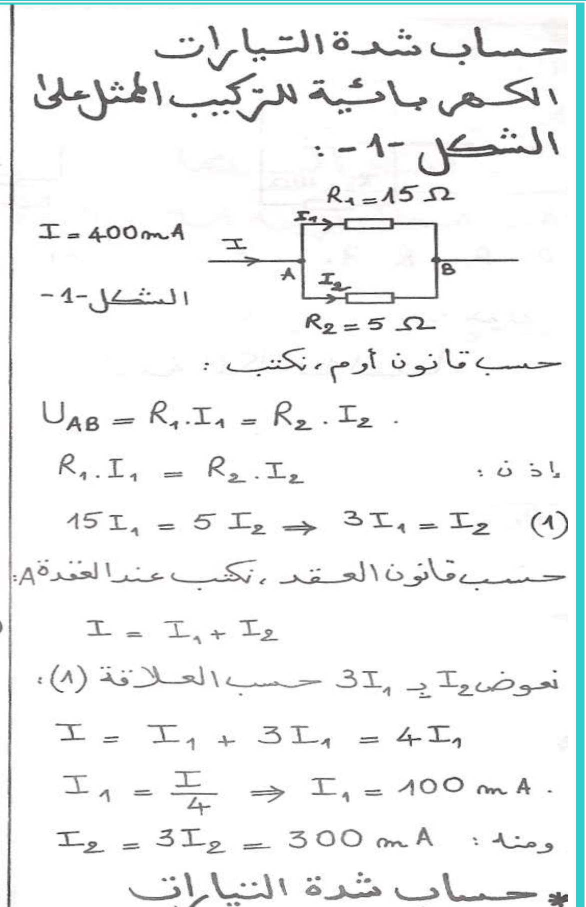
$U_{AB}=U_{AC}+U_{CD}+U_{DB}$ $\quad U_{DB}=0 \quad U_{AC}=R_1I \quad U_{CD}=U_{AB}-U_{AC}$

وبالتالي $I_1=\dfrac{U_{AB}-R_1I}{R}$ تطبيق عددي : $I_1=1,39A$

نطبق قانون العقد في النقطة C : $I=I_1+I_2 \Rightarrow I_2=I-I_1$ تطبيق عددي : $I_2=0,4A$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-4-



حساب شدة التيارات الكهربائية للتركيب الممثل على الشكل -1- :

$I = 400 mA$ ، $R_1 = 15 \Omega$ ، $R_2 = 5 \Omega$ — الشكل -1-

حسب قانون أوم، نكتب :

$U_{AB} = R_1.I_1 = R_2.I_2$ .

إذن : $R_1.I_1 = R_2.I_2$

$15 I_1 = 5 I_2 \Rightarrow 3I_1 = I_2$ (1)

حسب قانون العقد، نكتب عند العقدة A:

$I = I_1 + I_2$

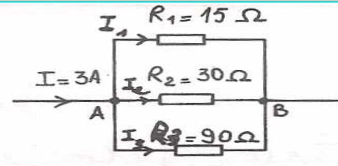
نعوض $I_2$ بـ $3I_1$ حسب العلاقة (1):

$I = I_1 + 3I_1 = 4I_1$

$I_1 = \frac{I}{4} \Rightarrow I_1 = 100 mA$ .

ومنه : $I_2 = 3I_2 = 300 mA$

* حساب شدة التيارات الكهربائية الممثل على الشكل -2- :




نفس الطريقة السابقة :

$U_{AB} = R_1.I_1 = R_2.I_2 \Rightarrow 15I_1 = 30I_2$

ومنه : $I_1 = 2I_2$ (1)

من جهة أخرى : $U_{AB} = R_2.I_2 = R_3.I_3$

$30I_2 = 90I_3 \Rightarrow I_2 = 3I_3$ (2)

حسب قانون العقد، نكتب عند العقدة A:

$I = I_1 + I_2 + I_3$ (3)

نعوض $I_1$ و $I_2$ بتعبيرهما من المعادلتين (1) و(2)، فنجد : $I = 2I_2 + I_2 + I_3$

$I = 3I_2 + I_3$ .

وبالتالي : $I = 3(3I_3) + I_3$

$I = 10 I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{I}{10} = 0,3A$

أي : $I_2 = 3I_3 = 0,9A$

ومنه : $I_1 = 2I_2$

$I_1 = 1,8 A$

## تمرين-5-

1 ــ نطبق قانون أوم بين مربطي الموصل الأومي $R_1$ :

$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$ أي : $U_{AB} = R_1 I_1$

تطبيق عددي : $I_1 = 0,255 A$

2 ــ شدة التيار الكهربائي المار في $R_2$ هي نفسها شدة التيار الكهربائي المار في الفرع الذي يحتوي على $R_2$ و $R_3$ أي أن

$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_3}$ أي أن $U_{AB} = (R_2 + R_3) I_2$

تطبيق عددي : $I_2 = 0,10 A$

نستنتج التوتر بين مربطي الموصل $R_3$ : نطبق قانون إضافية التوترات بين A و B .

$U_{AB} = U_2 + U_3 \Rightarrow U_3 = U_{AB} - R_2 I_2$

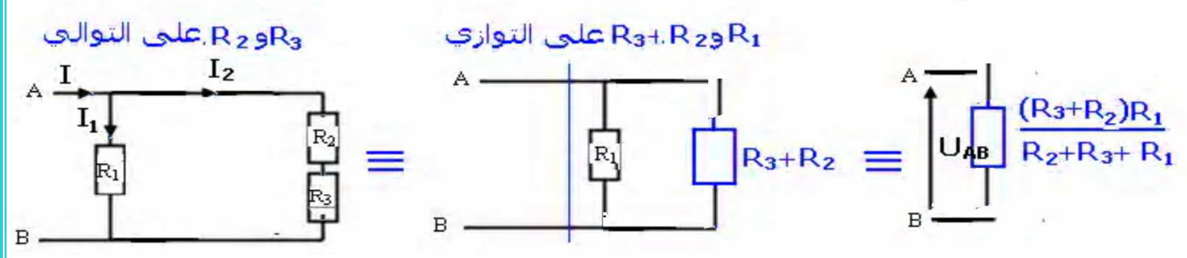
تطبيق عددي : $U_3 = 8,7V$

3 ــ شدة التيار الكهربائي I المار في الفرع الأساسي : $I = I_1 + I_2$

تطبيق عددي : I=0,355A

نستنتج قيمة المقاومة $R_e$ للموصل الأومي المكافئ لهذا التركيب : $U_{AB} = R_e I \Rightarrow R_e = \frac{U_{AB}}{I} = 33,8\Omega$

4 – تطبيق علاقة تجميع الموصلات الأومية :




## تمرين-6-

### 1- حساب المقاومة المكافئة :

$D_2$ و $D_3$ مركبان على التوازي ، إذن مقاومة ثنائي القطب المكافئ هي :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ومنه :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{R_3 + R_2}{R_2 . R_3}$$

إذن :

$$R_e = \frac{R_2 . R_3}{R_3 + R_2}$$

ت.ع :

$$R_e = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = 8\Omega$$

### 2- مقاومة ثنائي القطب المكافئ لـ : $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ :

يمكن تمثيل الجزء AC للدارة كالتالي :

A —[ $R_1$ ]—[ $R_e$ ]— C

ثنائي القطب $D_1$ وثنائي القطب المكافئ لـ $D_2$ و $D_3$ مركبان على التوالي، إذن، فالمقاومة المكافئة لهذا التركيب هي :

$$R'_e = R_1 + R_e \Rightarrow R'_e = 8+8 = 16\Omega.$$

### 3.1 - إشارة الفولطمتر :

يشير الفولطمتر إلى التوتر $U_{AB}$ بين مربطي $D_1$.

حسب قانون أوم، نكتب : $U_{AB} = R_1 I_{AB}$

ومنه : $U_{AB} = 8 \times 0,5$

$U_{AB} = 4V$.

### 3.2 - حساب $U_{BC}$ :

حسب قانون إضافية التوترات،

نكتب : $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

إذن : $U_{BC} = U_{AC} - U_{AB}$

ت.ع : $U_{BC} = 8,5 - 4 = 4,5V$

### 3.3 حساب شدتي التيارين المارين في $D_2$ و $D_3$ :

بما أن $D_2$ و $D_3$ مركبان على التوازي

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

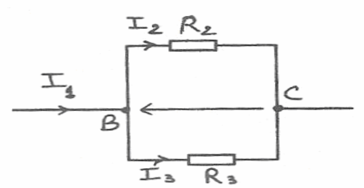
فإن التوزيع بين مربطيهما متساويان، أي: $U_2 = U_3 = U_{BC}$

ومنه، فحسب قانون أوم:

$U_{BC} = R_2 I_2 = R_3 I_3$

إذن: $10 I_2 = 40 I_3$

وبالتالي: $I_2 = 4I$ (1)




من جهة أخرى حسب قانون العقد،

نكتب عند العقدة B: $I_1 = I_2 + I_3$

نعوض $I_2$ بـ $4I_3$ (المعادلة 1) فنجد:

$I_1 = 4I_3 + I_3 = 5I_3$.

$I_3 = \frac{I_1}{5} \Rightarrow I_3 = \frac{0,5}{5} = 0,1A$

ومنه: $I_2 = 4I_3 = 0,4A$

## تمرين-7-

1 ـ قيمة مقاومة الموصل الأومي AB

نطبق قانون أوم $U_{AB} = R.I \Rightarrow R = \frac{U_{AB}}{I}$ تطبيق عددي : $R = 10\Omega$

2 ـ حساب شدة التيار المار في الفولطمتر :

نطبق قانون أوم بين مربطي الفولطمتر : $U_{AB} = R_V I' \Rightarrow I' = \frac{U_{AB}}{R_V}$ تطبيق عددي : $I' = 5.10^{-7} A$

3 ـ شدة التيار الكهربائي المار في الفرع الرئيسي : $I = 0,5A$ إذن يلاحظ أن $I >>> I'$

الاستنتاج هو أن شدة التيار الكهربائي المار في الفرع AB تساوي شدة التيار الرئيسي $I_{AB} = I = 0,5A$

## تمرين-8

1ـ حساب المقاومة المكافئة :

$D_2$ و $D_3$ مركبان على التوازي، إذن

مقاومة ثنائي القطب المكافئ هي

$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

ومنه : $\frac{1}{R_e} = \frac{R_3 + R_2}{R_2 . R_3}$

إذن : $R_e = \frac{R_2 . R_3}{R_3 + R_2}$

ت.ع : $R_e = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = 8\Omega$

2ـ مقاومة ثنائي القطب المكافئ لـ: $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ :

يمكن تمثيل الجزء AC للدارة كالتالي :

A —[$R_1$]—[$R_e$]— C

ثنائي القطب $D_1$ وثنائي القطب المكافئ لـ $D_2$ و $D_3$ مركبان على التوالي، إذن، فالمقاومة المكافئة لهذا التركيب هي:

$R'_e = R_1 + R_e \Rightarrow R'_e = 8+8 = 16\Omega$.

## 3.1 - إشارة الفولطمتر:

يشير الفولطمتر إلى التوتر $U_{AB}$ بين مربطي $D_1$.

حسب قانون أوم، نكتب: $U_{AB} = R_1 I_{AB}$

ومنه: $U_{AB} = 8 \times 0,5$

$U_{AB} = 4V$.

## 3.2 - حساب $U_{BC}$:

حسب قانون إضافية التوترات،

نكتب: $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

إذن: $U_{BC} = U_{AC} - U_{AB}$

ت.ع: $U_{BC} = 8,5 - 4 = 4,5V$

## 3.3 حساب شدتي التيارين المارين في $D_2$ و $D_3$:

بما أن $D_2$ و $D_3$ مركبان على التوازي

فإن التوترين بين مربطيهما

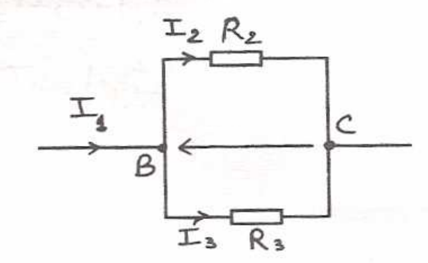
متساويان، أي: $U_2 = U_3 = U_{BC}$

ومنه، بحسب قانون أوم:

$U_{BC} = R_2 I_2 = R_3 I_3$

إذن: $10 I_2 = 40 I_3$

وبالتالي: $I_2 = 4I \quad (1)$




من جهة أخرى حسب قانون العقد،

نكتب عند العقدة B: $I_1 = I_2 + I_3$

نعوض $I_2$ ب $4I_3$ (المعادلة 1) فنجد:

$I_1 = 4 I_3 + I_3 = 5 I_3$.

$I_3 = \frac{I_1}{5} \Rightarrow I_3 = \frac{0,5}{5} = 0,1A$

ومنه: $I_2 = 4 I_3 = 0,4 A$

### تمرين-9

## 1.1 - نوع تركيب $D_1$ و $D_2$:

من خلال التبيانة، نلاحظ أن مربطي $D_1$ و $D_2$ مركبان على التوازي.

## 1.2 - تحديد التدريجة التي تستقر عندها إبرة الأمبيرمتر:

تحدد شدة التيار بالعلاقة: $I = C \frac{n}{n_0}$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

ومنه: $n = \frac{I.n_0}{C}$

ت ع: $n = \frac{2,5 \times 100}{5}$

$n = 50$

**1.3 حساب الشدة $I_2$:**

لدينا $I_1 = \frac{2}{5} I \Leftarrow I_1 = \frac{2}{5} \times 2,5$

ومنه: $I_1 = 1 A$.

حسب قانون العقد:

$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1$

ت ع: $I_2 = 1,5 A$.

**2.1 ـ قيمة التوتر $U_{AB}$:**

نحسب التوتر عند استعمال كاشف التذبذب بالعلاقة: $U_{AB} = S_v . y$

مع: ت ع. $S_v = 10 V$ و $y = 2 cm$

إذن: $U_{AB} = 10 \times 2$

$U_{AB} = 20 V$

**2.2 ـ حساب المقاومة R:**

حسب قانون أوم: $U_{AB} = R.I$

إذن: $R = \frac{U_{AB}}{I}$

ت ع: $R = \frac{20}{2,5}$

$R = 8 \Omega$.

**2.3 ـ حساب التوتر $U_{BC}$:**

حسب قانون إضافية التوترات:

$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

ومنه: $U_{BC} = U_{AC} - U_{AB}$

$U_{BC} = 24 - 10V$

$U_{BC} = 14 V$.

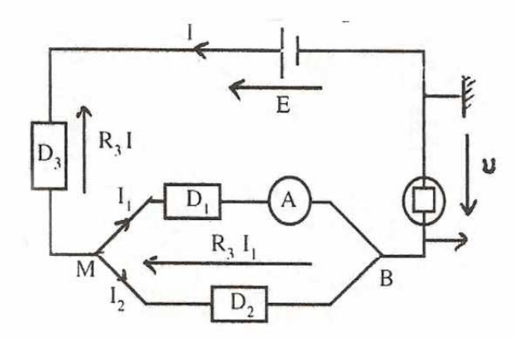
## تمرين-10-

1- شدة التيار $I_1$ ودقة القياس: نعبر عن شدة التيار $I_1$ ب: $I_1 = C.\frac{n}{n_0}$ ت.ع: $I_1 = 0,6A$

نعبر عن دقة القياس ب: $\Delta I_1 = \frac{C \times \text{الفئة}}{100}$

$\Delta I_1 = \frac{1 \times 1,5}{100} = 1,5.10^{-2} A$

إذن دقة القياس هي: $\frac{\Delta I_1}{I_1} = \frac{1,5.10^{-2}}{0,6}$ ت.ع: $\frac{\Delta I_1}{I_1} = 2,5\%$




2- العقد الموجود في الدارة وحساب I.

هناك عقدتان: M و B

لدينا: $R_1.I_1 = R_2.I_2$

وبما أن: $R_1 = R_2$ فإن $I_1 = I_2$

وحسب قانون العقد، نستنتج: $I = I_1 + I_2$

$I = 2I_1 = 1,2A$

3- المقاومة $R_e$ المكافئة لتجميع الموصلات الأومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$:

$R_e = R_3 + \frac{R_1.R_2}{R_1 + R2}$ ت.ع: $R_e = 10\Omega$

4- التوتر بين مربطي المصباح.

$U = d.Sv$ ت.ع : $U = 1,5cm.2V.cm^{-1}$ $U = 3v$

5- E القوة الكهرمحركة للمولد G :

بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$E = R_3I + R_1I_1 + U$ ت.ع : $E = 15V$

6- المصباح الذي استعمل في هذا التركيب :

المصباح الذي يجوز استعماله في هذا التركيب الكهربائي، يجب ان تكون قيمة قدرته اكبر من $U \times I$ أي اكبر من 3.6w

و يستجيب لهذا الشرط المصباح $L_2(3V;4.5W)$.

## تمرين-11-

1.1- طبيعة ثنائي القطب $D_e$:

الموصلان الأوميان $D_1$ و $D_2$ ثنائيا قطب غير نشيطين ، و بما أن $D_e$ ثنائي قطب يكافئ $D_1$ و $D_2$، فإنه ثنائي قطب نشيط ، وهذا مايؤكده شكل المميزة $U = f(I)$ حيث $I = 0$ و $U = 0$.

1.2- قيمة المقاومة $R_e$ :

يبين شكل المميزة أن التوتر U بين مربطي $D_e$ يتناسب اطّراداً مع شدة التيار $U = R_e.I$.

حيث $R_e$ المعامل الموجه للمستقيم : $R_e = \frac{U}{I}$

ت.ع : يكفي اختيار زوج معين $(I, U)$ مثلا : $(U = 16V ; I = 1A)$.

فيكون : $R_e = \frac{16}{1} = 16\Omega$

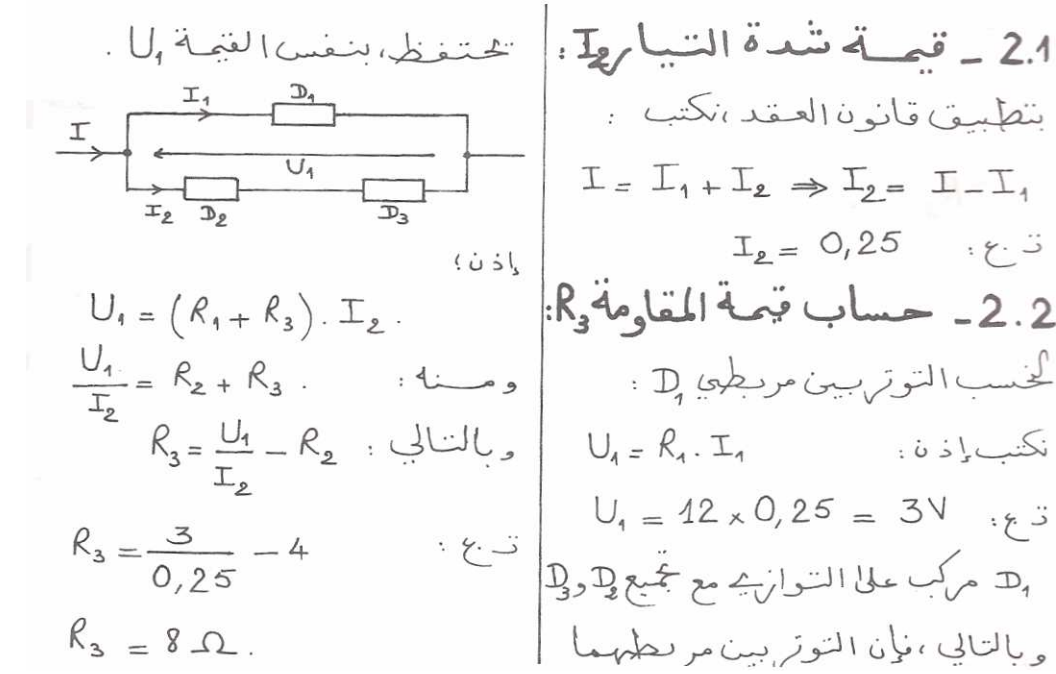
1.3- قيمة $R_1$ :

بما أن $D_1$ و $D_2$ مركبان على التوالي.

فإن المقاومة $R_e$ المكافئة تكتب :

$R_e = R_1 + R_2 \Rightarrow R_1 = R_e - R_2$
$\Rightarrow R_1 = 12\,\Omega$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com



2.1 ـ قيمة شدة التيار $I_2$:

بتطبيق قانون العقد، نكتب:

$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1$

ت ع: $I_2 = 0,25$

2.2 ـ حساب قيمة المقاومة $R_3$:

نحسب التوتر بين مربطي $D_1$:

نكتب إذن: $U_1 = R_1 . I_1$

ت ع: $U_1 = 12 \times 0,25 = 3V$

$D_1$ مركب على التوازي مع تجميع $D_2$ و $D_3$

و بالتالي، فإن التوتر بين مربطيهما تحتفظ بنفس القيمة $U_1$.



إذن:

$U_1 = (R_1 + R_3) . I_2$.

ومنه: $\frac{U_1}{I_2} = R_2 + R_3$.

وبالتالي: $R_3 = \frac{U_1}{I_2} - R_2$

ت ع: $R_3 = \frac{3}{0,25} - 4$

$R_3 = 8\,\Omega$.

## تمرين-12-

1 ـ حساب الجهد في النقطة B

لدينا $U_{AB} = V_A - V_B$ ولدينا كذلك $U_{AM} = V_A - V_M$ وبما أن $V_M = 0$ فإن $U_{AM} = V_A = 12V$

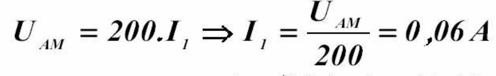
إذن $V_B = V_A - U_{AB}$

$V_B = 8V$

2 ـ حدد على التبيانة منحى شدة التيار في كل فرع .

4 ـ شدة التيار الكهربائي في كل فرع :

نطبق قانون أوم بين النقطتين A و M :



$$U_{AM} = 200.I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U_{AM}}{200} = 0,06\,A$$

نطبق قانون إضافية التوترات بين A و M :

$$U_{AM} = U_{AB} + U_{BM}$$

$$\Rightarrow U_{BM} = 100.I_3 = U_{AM} - U_{AB}$$

وبالتالي $I_3 = \frac{U_{AM} - U_{AB}}{100} = 0,08\,A$

حسب قانون أوم لدينا : $U_{BM} = 200I_4 = 8V$

أي أن $I_4 = \frac{8}{200} = 0,04\,A$

نطبق قانون العقد في النقطة B : $I_2 = I_3 + I_4 = 0,12\,A$

حساب شدة التيار المار في الفرع الرئيسي :

$$I = I_1 + I_2 = 0,18\,A$$

4 ـ نستنتج مقاومة الموصل الأومي R :

نطبق قانون أوم $U_{AB} = R.I_2 \Rightarrow R = \frac{U_{AB}}{I_2} = 33,3\,\Omega$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# مميزات بعض ثنائيات القطب الغير النشيطة

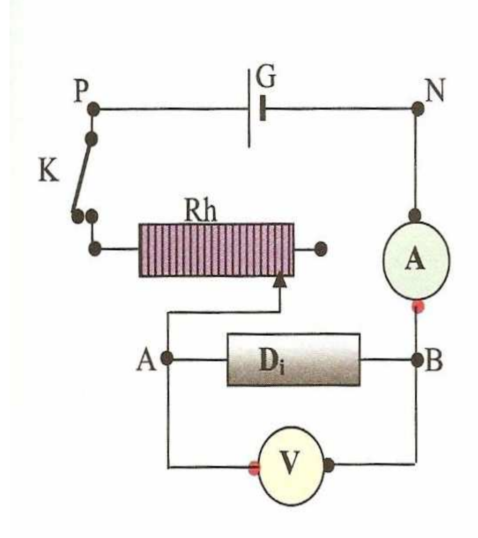
## أنشطة تجريبية

نشاط 1:

- الهدف : خط مميزة ثنائي قطب غير نشيط.
- المعدات : مولد توتر مستمر، معدلة، قاطع تيار، فولطمتر، أمبيرمتر، ثنائيات القطب التالية: $D_1$ : مصباح، $D_2$ : صمام ثنائي، $D_3$ : صمام ثنائي متألق كهربائيا(DEL)، $D_4$ : صمام ثنائي زينر، $D_5$ : مقاومة ضوئية، $D_6$ : ثنائي قطب متحكم فيه بتوتر (VDR).
- المناولة : يوزَّع تلاميذ الفوج الواحد على ثلاث مجموعات (على الأقل).

- تسلم كل مجموعة : مولد توتر مستمر، قاطع تيار، أمبيرمتر، فولطمتر، معدلة، بالإضافة إلى اثنين من ثنائيات القطب حسب التوزيع التالي:

| رقم المجموعة | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| ثنائيات القطب | $D_1$ و $D_2$ | $D_3$ و $D_4$ | $D_5$ و $D_6$ |




- تنجز كل مجموعة التركيب الممثل في التبيانة التالية :

- أسئلة :

1- ما نوع التركيب المستعمل؟

2- ما المقدار الذي يتم تغييره خلال هذه التجربة ؟

3- عند إغلاق قاطع التيار K، حدد منحى التيار الكهربائي الذي يمر في ثنائي القطب $D_i$.

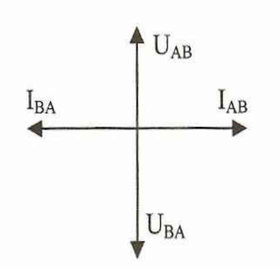
- غير موضع الزالقة ثم سجل الأزواج ( $I_{AB}$ ; $U_{AB}$ ) في جدول .
- أقلب ثنائي القطب $D_i$ في التركيب التجريبي، و قم بالعمليات التجريبية نفسها، واملإ الجدول نفسه.
- مثل، على الورق الميليمتري، في نفس النظمة المميزة $U = f(I)$.

- أسئلة :

4- ما طبيعة المنحنى المحصل عليه؟

5- استنتج سلوك ثنائي القطب عندما نعكس مربطيه في الدارة.

6- حدِّد خصائص ثنائي القطب $D_i$.





www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## 1 - تعريف ثنائي القطب غير النشيط و ثنائي القطب النشيط :

الثنائي القطب الكهربائي هو كل مركبة كهربائية أو إلكترونية له مربطان و يرمز إليه ب : B ——▭—— A

- يسمى ثنائي القطب غير النشيط كل ثنائي قطب يكون التوتر U بين مربطيه منعدما إذا لم يمر فيه تيار كهربائي . ( U = 0 و I = 0 ) .

- ثنائي القطب النشيط هوكل ثنائي قطب يوَلِّدُ تياراً كهربائيا إذا وجد في دارة كهربائية مغلقة .

مثال :

- ثنائيات القطب غير النشيطة هي : الصمام الثنائي من السيليسيوم Si ، و الصمام الثنائي زينر ، و الصمام الثنائي المتألق كهربائيا ، و المقاومة الحرارية ، والمقاومة الضوئية ، و المصباح .

- ثنائي القطب النشيط هو العمود .

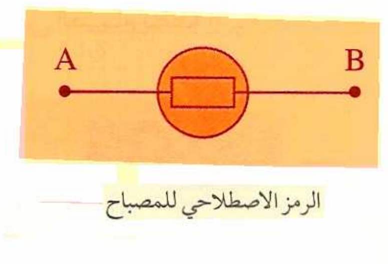
## 2 - مميزات بعض ثنائيات القطب غير النشيطة :

### 2 .1- تعريف:

تسمى المميزة (شدة التيار – التوتر ) لثنائي القطب AB المنحنى الممثل لتغيرات التوتر U المطبق بين مربطيه بدلالة شدة التيار الكهربائي المار فيه $U = f(I)$ .

تسمى المميزة (التوتر – شدة التيار ) لثنائي القطب AB المنحنى الممثل لتغيرات شدة التيار الكهربائي المار فيه بدلالة التوتر المطبق بين مربطيه $I = f(U)$ .

### 2 .2 - مميزة مصباح كهربائي:




الرمز الاصطلاحي للمصباح



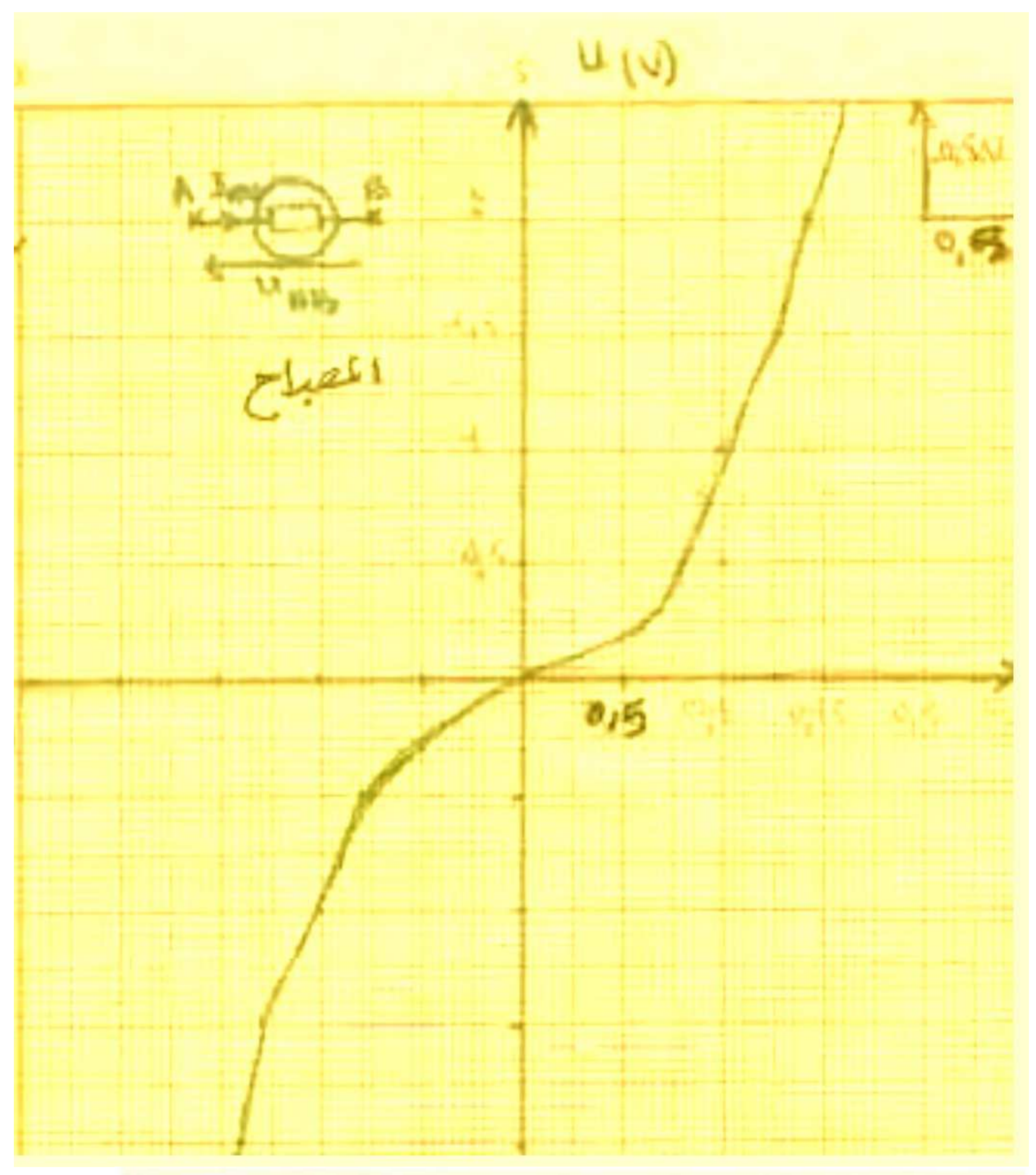
: مصباح كهربائي

جدول القياسات

| U(V) | 0 | 0,5 | 0,8 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | -0,5 | -0,8 | -1 | -1,5 | -2 | -2,5 | -3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I(A) | 0 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | -0,8 | -0,9 | -1 | -1,2 | -1,4 | -1,6 | -1,8 |

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

مميزة المصباح الكهربائي تماثلية وغير خطية وتمر من أصل نظمة المحورين (U= 0 ; I = 0)

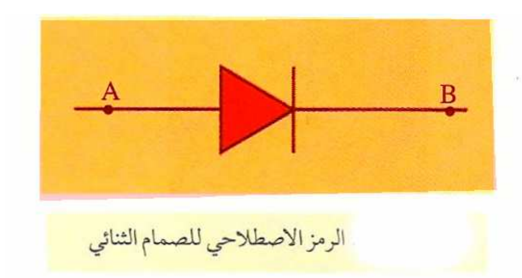



المصباح ثنائي قطب غير نشيط ، مميزته تماثلية وغير خطية .

## 2 .3- مميزة الصمام الثنائي ذي وصلة

يتكون الصمام الثنائي من شبه موصل مثل الجرمانيوم Ge أو السيليسيوم Si و من ذرات أخرى دخيلة . ويتميز بقطب يسمى كاثود يرمز إليه على الصمام بنقطة أو بحلقة .


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com



الرمز الاصطلاحي للصمام الثنائي



صمام ثنائي من السيليسيوم Si

**<u>جدول القياسات</u>**

| U(V) | 0 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | -0,5 | -0,6 | -0,7 | -0,75 | -0,8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

المميزة

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

■ مميزة الصمام الثنائي من السيليسيوم Si:

تمكن القياسات التجريبية المنجزة في تجربة

من خط المميزة (شدة التيار – التوتر)

■ استغلال المميزة:

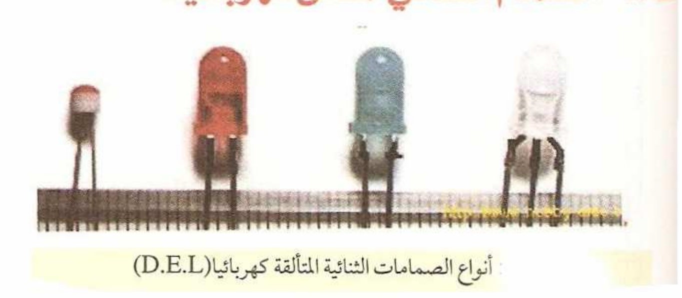
– المميزة المحصلة غير خطية و غير تماثلية .

– إذا كان $0 < U_{AB} < U_S$ لا يستجيب الصمام الثنائي ($I_{AB} = 0$) رغم أنه مركب في المنحى المار .

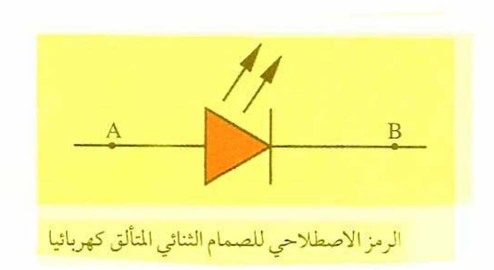
– إذا كان $U_{AB} > U_S$ يستجيب الصمام الثنائي ($I_{AB} \neq 0$) .

– عندما يكون الصمام الثنائي مركبا في المنحى الحاجز (المعاكس) لا يستجيب ($I_{BA} = 0$) . و يتصرف الصمام الثنائي كعازل أو كقاطع تيار مفتوح .

2 .4- الصمام الثنائي المتألق كهربائيا:



أنواع الصمامات الثنائية المتألقة كهربائيا(D.E.L)



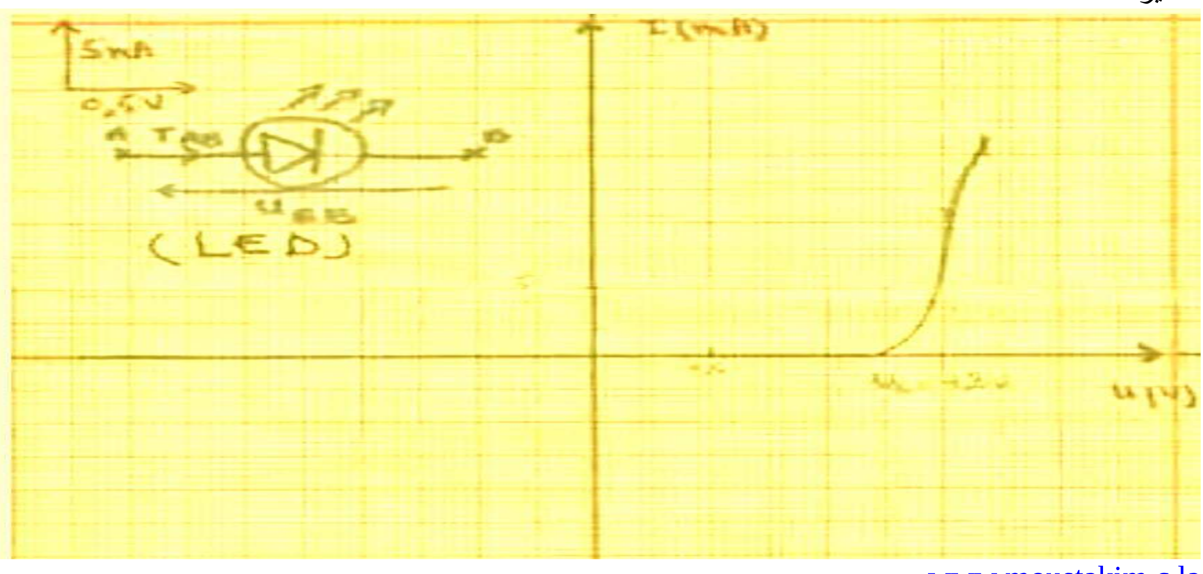

الرمز الاصطلاحي للصمام الثنائي المتألق كهربائيا

**جدول القياسات**

الصمام الثنائي المتألق كهربائيا

| U(V) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,5 | -0,5 | -1,5 | -2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 17 | 0 | 0 | 0 |

المميزة




www.moustakim.c.la

الصمام الثنائي المتألق كهربائيا ثنائي قطب غير نشط و غير تماثلي ، مميزته شبيهة بمميزة الصمام الثنائي ذي الوصلة

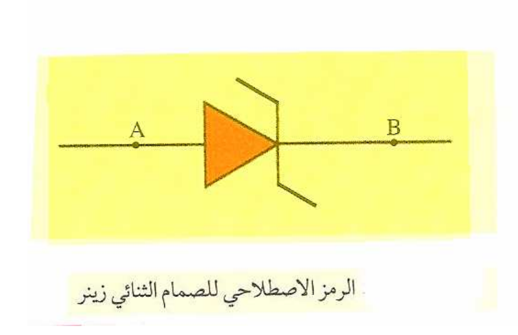
لا يبعث الصمام الثنائي المتألق كهربائيا (D.E.L) ضوءا إلا إذا كان مركبا في المنحى المار ويكون التوتر بين مربطيه أكبر من $U_S$ عتبة التوتر . يستلزم اشتغال D.E.L تيارا كهربائيا ذا شدة ضعيفة (حوالي 10 mA ).

استعمالات الصمام الثنائي المتألق كهربائيا D.E.L عديدة ، إذ يستعمل في الأجهزة الإلكترونية ، وفي تحويل إشارات كهربائية إلى إشارات ضوئية في ميدان الاتصالات .

## 2 .5- الصمام الثنائي زينر:




صمام ثنائي زينر




الرمز الاصطلاحي للصمام الثنائي زينر

**جدول القياسات**

الصمام الثنائي زينر

| U(V) | 0 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | -1 | -3 | -6 | -6,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 0 | 0 | 20 | 140 | 300 | 0 | 0 | 40- | -80 |

المميزة

تمكن القياسات التجريبية المنجزة في النشاط 2 تجربة 2 من خط المميزة (شدة التيار – التوتر) للصمام الثنائي زينر



الصمام الثنائي زينر ثنائي قطب غير نشيط و غير تماثلي حيث يكون :

- حاجزا في حالة : $0 \leq U_{AB} < U_S$

$0 \leq U_{BA} < U_Z$

$U_Z$ يسمى توتر زينر

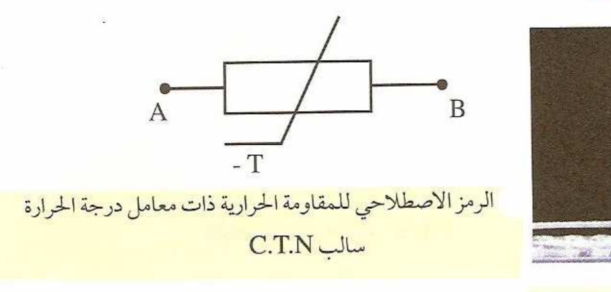
- مارا في حالة : $U_{AB} \geq U_S$ و $U_{BA} \geq U_Z$

بصفة عامة يستعمل الصمام الثنائي زينر في التراكيب الإلكترونية في المنحى المعاكس لتثبيت التوتر .

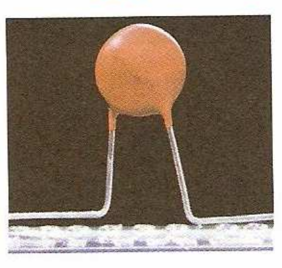
## المميزات المؤمثلة للصمامات الثنائية:



## 6.2 - المقاومة الحرارية:



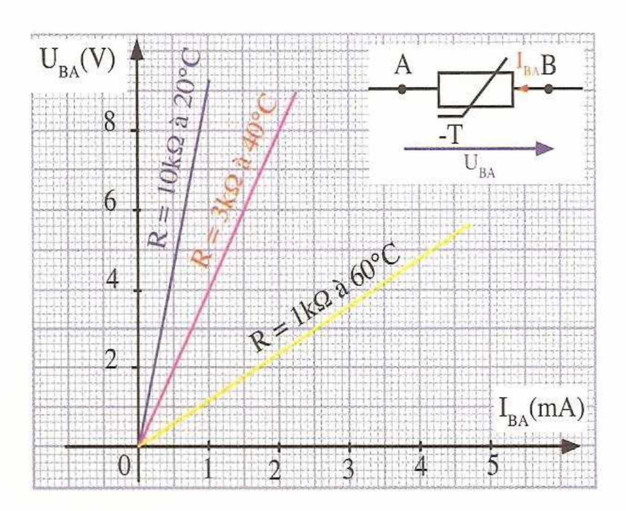

الرمز الاصطلاحي للمقاومة الحرارية ذات معامل درجة الحرارة سالب C.T.N

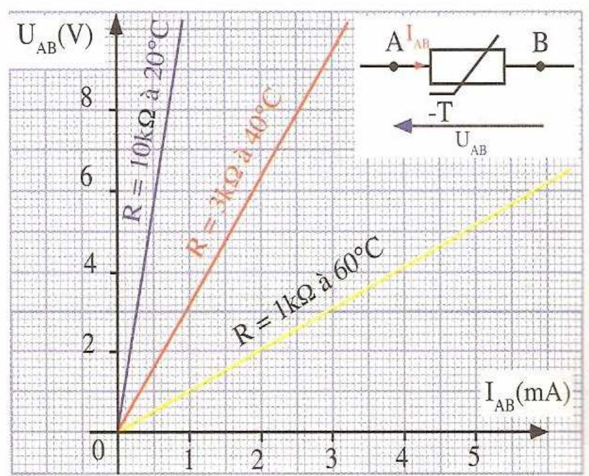


مقاومة حرارية

■ المميزة (شدة التيار - التوتر) للمقاومة الحرارية:

تمكن القياسات التجريبية المنجزة من خط المميزة عند درجات حرارة مختلفة $\theta_1 = 20°C$ و $\theta_2 = 40°C$ و $\theta_3 = 60°C$ .




المميزة (شدة التيار – التوتر) للمقاومة الحرارية .C.T.N :

اعتمادا على المميزات السابقة فإن المقاومة الحرارية ثنائي قطب غير نشيط و تماثلي ، تتغير مقاومته بتغير درجة حرارته ، و هي نوعان :

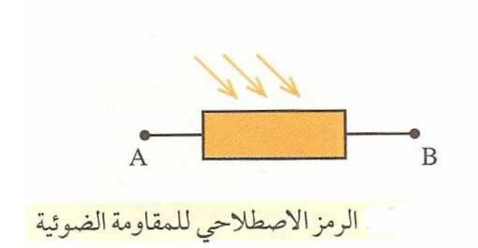
المقاومة الحرارية ذات معامل درجة الحرارة سالب (C.T.N) ، و هي الأكثر استعمالا حيث تنخفض مقاومتها كلما ارتفعت درجة حرارتها ، وتستعمل لمراقبة ارتفاع درجة الحرارة .

المقاومة الحرارية ذات معامل درجة الحرارة موجب (C.T.P) ، وتستعمل خاصة في دارة إزالة تمغنط شاشة التلفاز عند تشغيله في البداية .

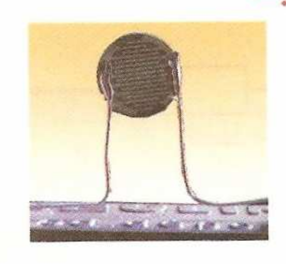
تستعمل المقاومات الحرارية (C.T.N) في الحياة العملية للإنذار من أخطار الحرائق و في صناعة المحارير الكهربائية .


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## 7.2 - المقاومة الضوئية:




الرمز الاصطلاحي للمقاومة الضوئية



مقاومة ضوئية

**<u>جدول القياسات</u>**

المقاومة الضوئية

في الظلام :

| U(V) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 0,25 | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,3 |

في الضوء

| U(V) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6,5 | |

■ مميزة المقاومة الضوئية

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

تمكن القياسات التجريبية المنجزة من خط المميزة (شدة التيار– التوتر) $U = f(I)$ للمقاومة الضوئية المميزة $U = f(I)$ خطية وتماثلية

اعتمادا على المميزات السابقة فإن المقاومة الضوئية ، ثنائي قطب غير نشيط و تماثلي ، تتغير مقاومتها بتغير شدة الإضاءة التي تتعرض لها ؛ إذ تزداد مقاومتها كلما انخفضت شدة إضاءتها . في الظلام تصل مقاومتها إلى $1M\Omega$.

و تعرف المقاومة الضوئية باسم L.D.R (Light dépendant résistor)، و تستعمل في عدة مجالات منها أنظمة التحكم الآلي للإنارة العمومية و التصوير .

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# سلسلة مميزات بعض ثنائيات القطب الغير النشيطة

## تمرين-1

1- ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل جانبه والمكونة من :

- مولد كهربائي G قوته الكهرمحركة $E = 9V$ ومقاومته الداخلية $r = 1\Omega$ .
- موصلين اوميين $D_1$ و $D_2$ مقاومتاهما على التوالي $R_1 = 6\Omega$ و $R_2$ .
- امبير متر A عدد تدريجات مينائه 150.

1-1- تشير ابرة الامبيرمتر الى التدريجة 75، احسب شدة التيار الكهربائي المار في الدارة علما ان العيار المستعمل هو 2A. استنتج قيمة التوتر $U_{PN}$ .

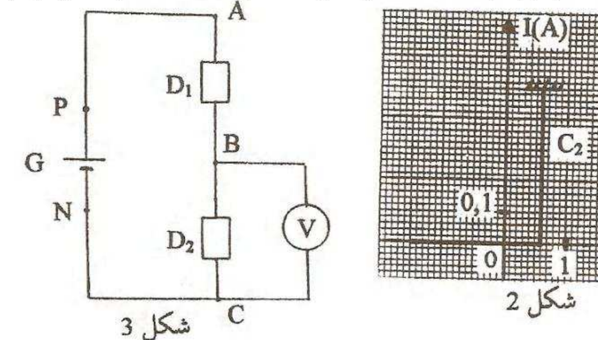
2-1- احسب المقاومة المكافئة للموصلين الاوميين $D_1$ و $D_2$ .

3-1- استنتج قيمة المقاومة $R_2$ للموصل $D_2$ .

2- نضيف الى التركيب السابق صماما ثنائيا زينر $D_Z$ ، مميزته مؤمثلة وتوتره زينر $D_Z = 4,5N$ ، مركبا على التوالي مع $D_1$ ومستقطبا في المنحى المعاكس. احسب شدة التيار الكهربائي $I_Z$ .

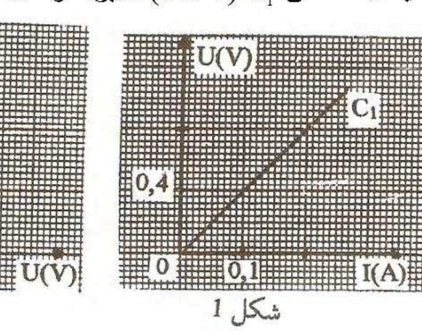
## تمرين-2

1- يمثل المنحنى $C_1$ (شكل 1) مميزة موصل أومي ( $D_1$ ) و المنحنى $C_2$ (شكل 2) مميزة صمام ثنائي $(D)$.




شكل 3

شكل 2




شكل 1

عين مبيانيا :

- المقاومة $R_1$ للموصل الاومي ( $D_1$ ) .
- عتبة التوتر $U_S$ المميزة للصمام الثنائي.
- القيمة القصوية $I_{max}$ لشدة التيار المار في المنحى المباشر للصمام الثنائي .

1-2- بتطبيق قانون بويي (Pouillet) اوجد شدة التيار I المار في الدارة .

2-2- بتطبيق قانون اوم اوجد التوتر $U_{PN}$ بين مربطي العمود والتوتر $U_{AB}$ بين مربطي الموصل الاومي $D_1$.

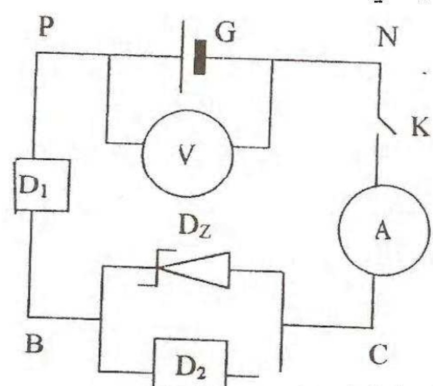
3-2- اذا علمت ان ميناء الفولطمتر يحتوي على 100 تدريجة وان ابرته تشير الى التدريجة 67 عند ضبطه على العيار 3V اوجد قيمة التوتر $U_{BC}$ ين مربطي الموصل الاومي $D_2$ والارتياب المطلق المقرون بقياس هذا التوتر .

3- نزيل الفولطمتر ونعوضه بالصمام الثنائي (D) مركب في المنحى المباشر. اوجد في هذه الحالة شدة التيار الرئيسي $I'$ والشدة $I_2$ للتيار الكهربائي المار في $(D_2)$ والشدة $I_1$ للتيار المار في (D) .


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين3

يتكون التركيب الممثل في الشكل التالي من :
- صمام ثنائي زينر $(D_z)$ حيث $(U_Z = 8V, U_S = 0,6V)$ مميزته مؤمثلة.
- موصلان أوميان $(D_1)$ مقاومته $R_1$ و $(D_2)$ مقاومته $R_2 = 200\Omega$ .
- جهازي اميرمتر وفولطمتر ، وقاطع التيار الكهربائي K.




1- عند اغلاق الدارة يشير الاميرمتر الى شدة تيار $I = 0,1A$ .

1-1- احسب عدد الالكترونات N التي تعبر مقطع الدارة خلال ثانية . نعطي : $e = 1,6.10^{-19}C$ .

1-2- نستعمل الاميرمتر على العيار $C = 0,5A$ ، علما ان عدد تدريجات مينائه هو $n_0 = 100$ حدد التدريجة n التي استقرت امامها ابرة الاميرمتر.

1-3- فئة الاميرمتر هي X=2، احسب الارتياب المطلق ثم الارتياب النسبي المتعلق بشدة التيار.

2- عندما يكون قاطع التيار K مفتوحا يشير الفولطمتر الى القيمة $U_1 = 9V$ ، وعندما نغلقه يشير الفولطمتر الى القيمة $U_2 = 8,8V$ ويشير الاميرمتر الى شدة تيار $I = 0,1A$ .

2-1- ماقيمة القوة الكهرمحركة E للمولد (G) ؟

2-2- اوجد تعبير المقاومة الداخلية r للمولد (G) بدلالة $U_1$ و $U_2$ و I. احسب r .

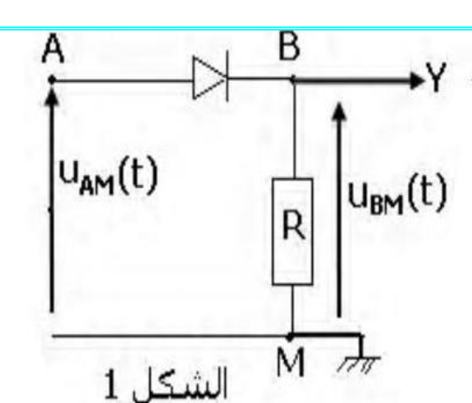
3- باعتمادك على المعطيات الواردة اعلاه :

3-1- وضح متى يكون الصمام الثنائي زينر موصلا للتيار ومتى يكون حاجزا له.

3-2- احسب $R_1$ مقاومة الموصل الاومي $D_1$ علما ان الصمام الثنائي زينر يمر فيه تيار كهربائي.

3-3- استنتج كلا من $I_2$ شدة التيار المار في الموصل الاومي $D_2$ و $I_Z$ شدة التيار المار في الصمام الثنائي.

## تمرين4



الشكل 1

ننجز التركيب التالي ( الشكل 1 ) علما أن التوتر المطبق بين A و M متناوب جيبي قيمته القصوية 3V وتردده 50Hz .

1 ـ مثل على ورق مليمتري وباختيار سلم ملائم $u_{AM}(t)$ التوتر اللحظي المطبق من طرف المولد .

2 ـ مثل على نفس الورقة المليمترية وبلون مغاير، التوتر $u_{BM}(t)$ بين مربطي الموصل الأومي .


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تمرين5**

1 ـ نعتبر التركيب الكهربائي التالي :
بين أن المقاومة المكافئة لمجموع المقاومات هي

$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1$$

2 ـ لتغذية الدارة الكهربائية نركب مولدا كهربائيا قوته الكهرمحركة $E=12V$ ومقاومته الداخلية $r=2\Omega$. لقياس شدة التيار الكهربائي I نركب أمبير متر على التوالي مع المولد .
نعطي : $R_1=R_2=R_3=R=4\Omega$
أ ـ بين على الشكل ربط الأمبير متر في الدارة ( مع تحديد القطب الموجب والقطب السالب للأمبير متر )
ب ـ أحسب قيمة شدة التيار الكهربائي المقاسة من طرف الأمبيرمير : ج ـ استنتج شدة التيار الكهربائي $I_1$ :
د ـ أستنتج شدة التيار الكهربائي $I_2$ :
3 نحذف $R_3$ ونعوضه بصمام ثنائي عتبة توتره $U_S=3V$ ويتحمل شدة قصوى $I_{max}=300mA$
أ ـ أعط قيمة شدة التيار الكهربائي $I_2$ في هذه الحالة .
ب ـ هل يتلف الصمام الثنائي ؟ ج ـ نعكس مربطي العمود في التركيب الأخير ما هي شدة التيار الكهربائي التي سنقرأ ها على الأمبير متر في هذه الحالة .

**تمرين6**

تمثل الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (3) مولدا مركبا على التوالي مع صمام ثنائي مؤمثل مميزته ممثلة في الشكل 4 وموصلا أوميا مقاومته R . نعطي $U_{PN}=1,5V$ .
1 ـ أكتب بدلالة $U_{PN}$ و R والتوتر $U_{BN}$ تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة .
2 ـ أعطى قياس شدة التيار المار في الدارة $I=25mA$ .
2 ـ 1 عين التوتر $U_{BN}$ الذي يشتغل تحته الصمام
2 ـ 2 أحسب R مقاومة الموصل الأومي

I(mA)
40
30
20
10
0
0,7
U(V)
الشكل 4

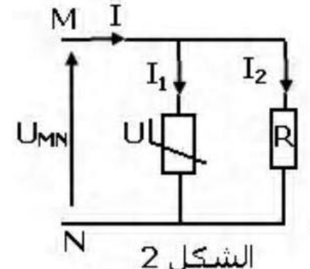



moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين7

اثناء الدراسة التجريبية لمميزة مقاومة متغيرة مع التوتر VDR
حصلنا على النتائج التالية :

| I(mA) | 0 | 1 | 1,5 | 3 | 6 | 14 | 27 | 45 | 68 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U(V) | 0 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 |



الشكل 2

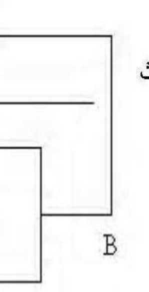
1 ـ أعط التمثيل المبياني للميزة $U=f(I)$ للمقاومة المتغيرة مع التوتر باختيار سلم مناسب .

2 ـ نركب مع الفاريستنس VDR موصل أومي AB كما هو مبين في الشكل (2) .
يكون التوتر بين مربطي الموصل الأومي $U_{AB}=100V$ عندما يمر تيار كهربائي شدته $I_2=10A$ .

2 ـ 1 عين شدة التيار الكهربائي $I_1$ التي تمر في الفاريستنس .

2 ـ 2 قارن الخارج $\frac{I_1}{I}$ عندما يكون التوتر $U_{MN}=100V$ ، ثم $U_{MN}=200V$ . ماذا تستنتج

## تمرين8



1 ـ يتكون التركيب الممثل في الشكل 1 من :
ـ مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E=6V$ ومقاومته الداخلية r ـ ثلاث موصلات أومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ مقاومتها على الترتيب
$R_1=10\Omega$ ,$R_2=80\Omega$ , $R_3=120\Omega$ .
ـ أمبير متر عدد تدريجات مينائه 100 مضبوط على العيار 0.5A .
يشير الأمبير متر إلى مرور تيار كهربائي شدته $I=0.1A$ .

1.1 ـ ما التدريجة التي تستقر عندها إبرة الأمبير متر ؟

1.2 ـ احسب المقاومة R لثنائي القطب المكافئ للموصلات الأومية الثلاث .

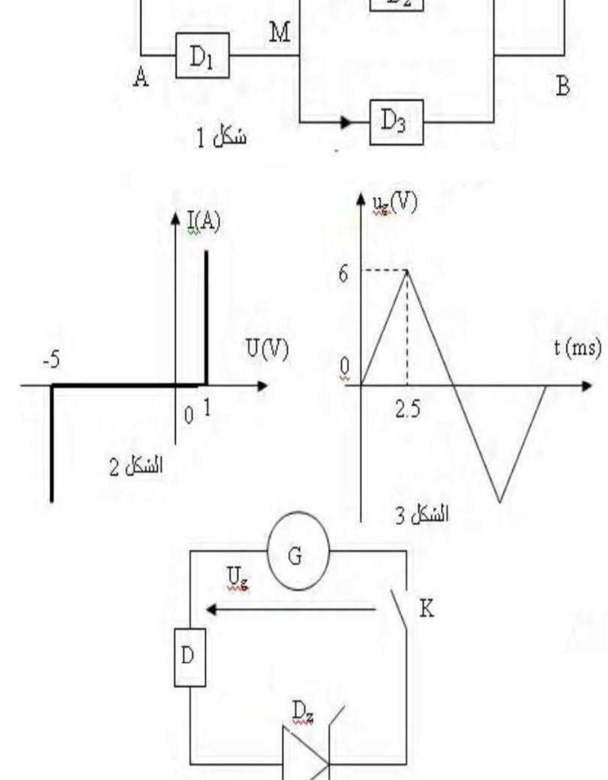
1.3 ـ احسب التوتر $U_{AB}$ واستنتج قيمة المقاومة الداخلية r للمولد.

1.4 ـ ما شدة التيار المار في كل من الموصلين الأومين $D_2$ و $D_3$

2ـ نعتبر صماما ثنائي زينر $D_z$ مميزته المؤمثلة أنظر الشكل

2.1 ـ عرف عتبة التوتر $U_s$ وتوتر زينر $U_z$ واستنتج مبيانيا قيمتهما

2.2 ـ يطبق مولد كهربائي G توترا مثلثيا $U_g$ بين مربطي الصمام الثنائي زينر
تم تركيبه ريزستور وقائي D .
يمثل منحنى الشكل 3 تغيرات التوتر $u_g$ بدلالة الزمن .
أ ـ حدد مبيانيا كلا من الدور T للتوتر $u_g$ والقيمة القصوية لهذا التوتر




moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

# حلول سلسلة مميزات بعض ثنائيات القطب الغير النشيطة

## تمرين-1

1-1- شدة التيار الكهربائي المار في الدارة وقيمة التوتر $U_{PN}$ :

- شدة التيار الكهربائي : $I = e.\frac{n}{t}$ ت.ع $I = 1A$

- التوتر $U_{PN}$ : $U_{PN} = E - RI$ ت.ع $U_{PN} = 8v$

2-1- المقاومة المكافئة لـ $D_1$ و $D_2$ بتطبيق قانون اوم ، نكتب:

$U_{PN} = R_e.I$ ومنه $R_e = \frac{U_{PN}}{I}$ ت.ع : $R_e = 8\Omega$

3-1- قيمة المقاومة $R_2$ للموصل $D_2$ .

نعلم أن : $R_e = R_1 + R_2$ إذن : $R_2 = R_e - R_1$ ت.ع : $R_2 = 2\Omega$

2- شدة التيار الكهربائي $I_Z$ المار في الصمام الثنائي زينر $D_Z$ :

بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$$U_{PN} = U_Z + U_2$$

او $E - r.I' = U_Z + R_2.I'$

أي : $I' = \frac{E - U_Z}{r + R_2}$

و لدينا : $U_Z = R_1.I_1$ إذن : $I = \frac{U_Z}{R_1}$

وبتطبيق قانون العقد ، نستنتج أن :

$I_Z = I' - I_1$ و $I_Z = \frac{E - U_Z}{r + R_2} - \frac{U_Z}{R_1}$

ت.ع : $I_Z = 0,75A$

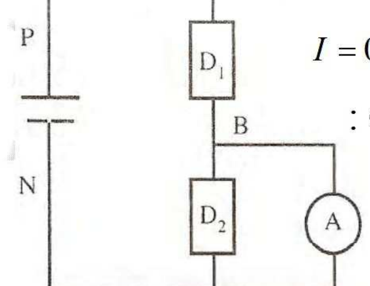
moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين-2

1- التعيين المبياني لكل من $R_1$ و $U_S$ و $I_{max}$ من المنحنيين $C_1$ و $C_2$ الواردين في نص التد

- المقاومة $R_1$ : $R_1 = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ ت.ع : $R_1 = 4\Omega$

- عتبة التوتر $U_S$ : $U_S = 0,6V$ - القيمة القصوية $I_{max}$ $I_{max} = 0,5A$




2-1- شدة التيار I المار في الدارة.

بتطبيق قانون بويي ، نكتب $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$ ت.ع : $I = 0,2A$

2-2- التوتر $U_{PN}$ و التوتر $U_{AB}$ : حسب قانون اوم ، نكتب :

$U_{PN} = E - rI$ ت.ع : $U_{PN} = 2,8V$ $U_{AB} = R_1.I$

ت.ع : $U_{AB} = 0,8V$

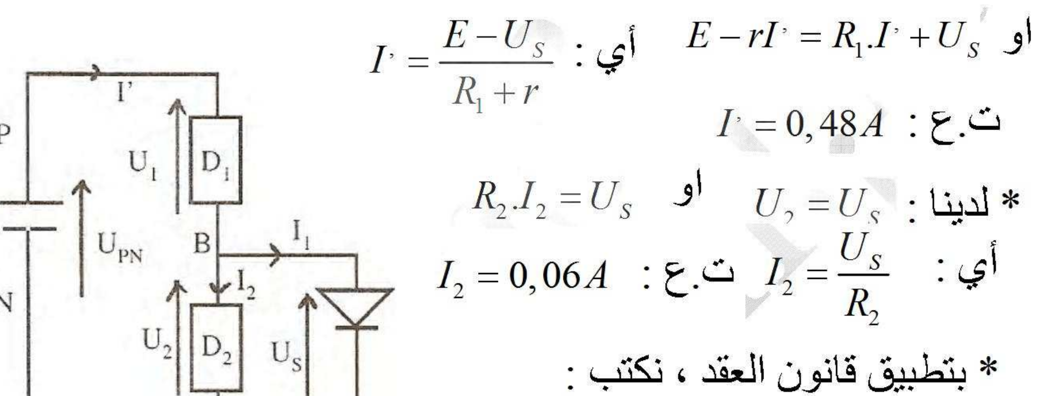
2-3- قيمة التوتر $U_{BC}$ و الارتياب المطلق : $U_{BC} = \frac{n}{n_0}.c$

ت.ع : $U_{BC} = 2,01V$ $\Delta U_{BC} = \frac{\text{الفئة} \times C}{100}$ $\Delta U_{BC} = 0,05V$

3- حساب كل من $I'$ و $I_2$ و $I_1$

* بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب $U_{PN} = U_1 + U_S$

او $E - rI' = R_1.I' + U_S$ أي : $I' = \frac{E - U_S}{R_1 + r}$




ت.ع : $I' = 0,48A$

* لدينا : $U_2 = U_S$ او $R_2.I_2 = U_S$

أي : $I_2 = \frac{U_S}{R_2}$ ت.ع : $I_2 = 0,06A$

* بتطبيق قانون العقد ، نكتب :

$I_1 = I' - I_2$ ت.ع : $I_1 = 0,42A$


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين-3

1-1- عدد الالكترونات N التي تعبر مقطع الدارة خلال ثانية :

لدينا : $Q = I.\Delta t$ $Q = N.e$ أي : $N = \frac{I.\Delta t}{e}$ ت.ع : $N = \frac{0,1.1}{\ldots}$ $N = 6,25.10^{+17}$

1-2- التدريجة n. $n = n_0.\frac{I}{C}$ ت.ع : $n = 100.\frac{0,1}{0,5}$ أي : $n = 20$

1-3- الارتياب المطلق والارتيا ب النسبي نعلم أن : $\Delta I = \frac{\text{الفئة X العيار}}{100}$

إذن : $\Delta I = \frac{0,5 \times 2}{100}$ و $\Delta I = 10^{-2} A$

$\frac{\Delta I}{I} = \frac{10^{-2}}{0,1}$ و $\frac{\Delta I}{I} = 10\%$

2-1- قيمة القوة الكهرمحركة للمولد G :

عندما يكون قاطع التيار مفتوحا ، يشير الفولطمتر الى قيمة القوة الكهرمحركة للعمود.

$E = U_1 = 9V$

2-2- تعبير المقاومة الداخلية للمولد.

2-2- تعبير المقاومة الداخلية للمولد.

لدينا : $U_{PN} = E - rI$

$r = \frac{E - U_{PN}}{I} = \frac{U_1 - U_2}{I}$

ت.ع : $r = \frac{9 - 8,8}{0,1}$ $r = 2\Omega$

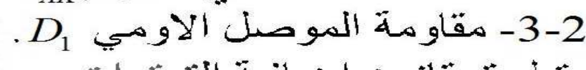
3-1- الصمام الثنائي زينر.

الصمام الثنائي زينر ، يكون : -

-حاجزا بالنسبة ل $U_Z \langle U_{AK} \langle U_S$ أي $-8V \langle U_{AK} \langle 0,6V$

- موصلا بالنسبة ل $U_{AK} \rangle U_S$ و $U_{KA} \geq U_Z$

أي $U_{AK} \rangle 0,6V$ و $U_{KA} \geq 8V$



3-2- مقاومة الموصل الاومي $D_1$.

بتطبيق قانون اضافية التوترات

نكتب: $U_{PN} = U_1 + U_Z$

$U_2 = R_1.I + U_Z$ أي $R_1 = \frac{U_2 - U_Z}{I}$

ت.ع $R_1 = \frac{8,8 - 8}{0,1}$ $R_1 = 8\Omega$

3-3- شدة التيار $I_2$ و $I_Z$ بتطبيق قانون اوم ، نكتب : $U_2 = R_2.I_2$

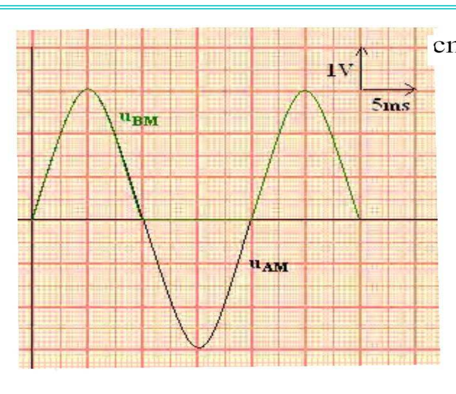
مع $U_2 = U_Z$ أي : $I_2 = \frac{U_Z}{R_2}$ ت.ع : $I_2 = \frac{8}{200}$ $I_2 = 0,04A$

وبتطبيق قانون العقد ، نجد :

$I_Z = I - I_2$ ت.ع : $I_2 = 0,1 - 0,04$ $I_Z = 0,06A$

moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين-4




1 ـ $U_m=3V$ و $T=\frac{1}{f}=0,02s$ نختار سلم بحيث $cm \leftrightarrow 20ms$

2 ـ تمثيل التوتر $u_{BM}(t)$ بما أن $U_m>U_S$ حيث نعتبر أن عتبة

التوتر $U_S<3V$ فإن الصمام يكون مارا في المنحى المباشر أي بالنسبة $U_m>0$ أما في المنحى المعاكس أي $U_m<0$ فيكون قاطعا للتيار مفتوح وسيكون شكل المنحنى $u_{BM}(t)$ هو المنحنى ذي اللون الأخضر .

## تمرين-5

1 ـ المقاومة المكافئة :

يلاحظ من خلال التركيب أن $R_2$ و $R_3$ مركبين على التوازي أي أن $R'=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}$

و$R'$ و$R_1$ مركبين على التوالي أي أن $R_{eq}=R'+R_1$

وبالتالي نستنتج العلاقة المطلوبة :

$$R_{eq}=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}+R_1$$

2 ـ ب : الشدة المقاسة من طرف الأمبيرمتر :

$U_{AB}=R_{eq}.I$ ونعلم أن $U_{AB}=E-rI$ و أن

$R_{eq}=\frac{R}{2}+R=\frac{3R}{2}=6\Omega$ ومنه $I=\frac{E}{r+R_{eq}}=1,5A$

ج ـ حسب قانون إضافية التوترات :

$$U_{AB}=U_{AC}+U_{CB}$$

$U_{AC}=R.I=6V$ و $U_{CB}=RI_1$ أي أن $R.I_1=E-rI-U_{AC}$

وبالتالي $I_1=\frac{E-rI-U_{AC}}{R}=0,75A$

د ـ نستنتج التيار الكهربائي $I_2$ نطبق قانون العقد في العقدة C : $I=I_1+I_2$ أي أن

$I_2=I-I_1$ وبالتالي $I_2=0,75A$

3 ـ يكون الصمام الثنائي مارا $U_S=U_{CB}=3V$ أي أن $U_{CB}=R.I_1$ إذن $I_1=\frac{U_{CB}}{R}=0,75A$

$$R.I_1=E-rI-U_{AC}$$

$$rI=E-RI_1-RI \Rightarrow I=\frac{E-RI_1}{r+R}$$

$$I=1,5A$$

نستنتج شدة التيار $I_2$ بتطبيق قانون العقد : $I=I_1+I_2$

أي أن $I_2=I-I_1$ ومنه $I_2=0,75A$

نعلم حسب المعطيات أن الصمام الثنائي يتحمل تيار شدته $I_{max}=300mA=0,3A$ ويلاحظ أن $I_2>I_{max}$ يعني أن الصمام الثنائي سيتلف .

ب ـ عند عكس مربطي العمود في الدارة سيصبح الصمام الثنائي مركب في المنحى المعاكس ويتصرف كقاطع تيار مفتوح أي أن التيار الكهربائي الذي سيشير إليه الأمبير متر سيكون حسب قانون أوم $U_{PN}=2R.I$ ومنه $I=\frac{E}{2R+r}=1,2A$


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

تمرين-6



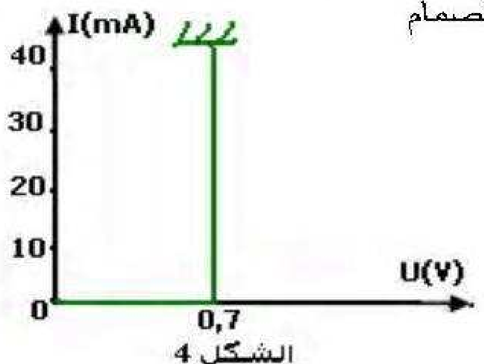
تمثل الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (3) مولدا مركبا على التوالي مع صمام ثنائي مؤمثل مميزته ممثلة في الشكل 4 وموصلا أوميا مقاومته R . نعطي $U_{PN}=1,5V$ .

1 ـ أكتب بدلالة $U_{PN}$ و R والتوتر $U_{BN}$ تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة .

2 ـ أعطى قياس شدة التيار المار في الدارة $I=25mA$ .

2 ـ 1 عين التوتر $U_{BN}$ الذي يشتغل تحته الصمام

2 ـ 2 أحسب R مقاومة الموصل الأومي

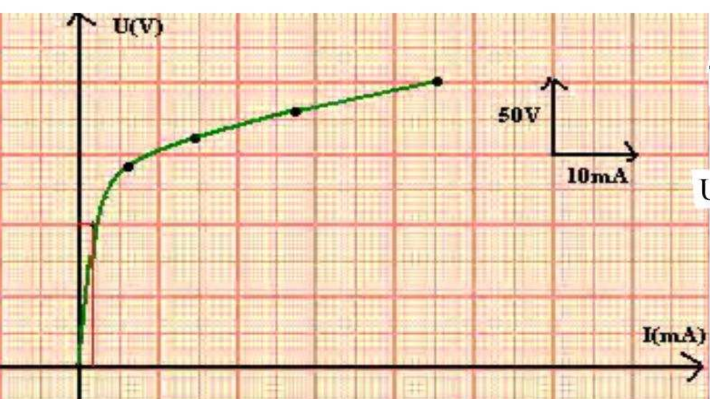






تمرين-7

1 ـ التمثيل المبياني للمميزة U=f(I) للمقاومة المتغيرة مع التوتر




2 ـ 1 شدة التيار الكهربائي $I_1$ المار في الفاريستونس : بما أن الموصل الأومي AB والفاريستنس مركبين على التوازي فإن $U_{AB}=U_{MN}=100V$

وحسب المنحنى فإن $U_{AB}=100V$ لدينا $I_1=1,5.10^{-3}A$

2 ـ 2 حسب قانون العقد $I=I_1+I_2$

أي أن $\frac{I_1}{I}=\frac{I_1}{I_1+I_2}=0,15$

في الحالة $U_{MN}=100V$ نحسب المقاومة R بتطبيق قانون أوم :

$$U_{MN}=R.I_2 \Rightarrow R=\frac{U_{MN}}{I_2}=10K\Omega$$

بالنسبة ل $U_{MN}=200V$ فإن $U_{MN}=R.I_2$ أي أن $I_2=\frac{U_{MN}}{R}=\frac{200}{10^4}=20mA$

بالنسبة ل $U_{MN}=200V$ فإن $U_{MN}=R.I_2$ أي أن $I_2=\frac{U_{MN}}{R}=\frac{200}{10^4}=20mA$

وبالتالي : $\frac{I_1}{I_1+I_2}=0,69$

نلاحظ أن النسبة $\frac{I_1}{I}$ تزداد مع ازدياد التوتر المطبق $U_{AB}$ .


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تمرين-8**

1.1- نعلم أن $I = C.\frac{n}{n_0}$ ⇐ $n = I.\frac{n_0}{C}$ ت.ع $n = 20$

1.2- $R_2$ و $R_3$ ركبا على التوازي حيث $\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ⇐ $R_{23} = 48\Omega$

و $R_{23}$ و $R_1$ ركبا على التوالي و منه $R_{eq} = R_{23} + R_1$

ت.ع: $R_{eq} = 58\Omega$.

1.3- $U_{AB} = E - rI$ مع $r = 0$ نجد $U_{AB} = E = 6V$

1.4- شدة التيار المار في الموصلين $D_2$ و $D_3$:

حسب قانون اوم $U_{MB} = R_2 I_2$ و $U_{AM} = R_1 I$

$U_{MB} = R_1 I_1$

و حسب قانون إضافية التوترات $E = U_{AM} + U_{MB}$

$U_{MB} = E - U_{AM}$

$U_{AM} = R_1 I$ ت.ع $U_{AM} = 10.0,1$

$U_{AM} = 1V$.

و منه $U_{MB} = 6 - 1 = 5V$

$U_{MB} = R_2 I_2$ ⇐ $I_2 = \frac{U_{MB}}{R_2}$ ⇐ $I_2 = 0,0625A$

$U_{MB} = R_3 I_3$ ⇐ $I_3 = \frac{U_{MB}}{R_3}$ $I_3 = 0.0416A$

2.1- نسمي القيمة الدنيا للتوتر $U_{AB}$ التي تبقى دونها شدة التيار منعدمة، عتبة التوتر $U_S$ للصمام الثنائي.

توتر زينر $U_Z$ هو أدنى قيمة للتوتر $U_{BA}$ التي يصير ابتداء منها الصمام الثنائي زينر مارا في المنحى المعاكس.

مبيانيا: المميزة مؤمثلة ومنه

$U_S = 1V$ و $U_Z = 5V$

2.2- مبيانيا نجد الدور $T = 10ms$

القيمة القصوية هي: $U_m = 6V$

moustamani@hotmail.com

# ثنائيات القطب النشيطة

## I- العمود او المولد

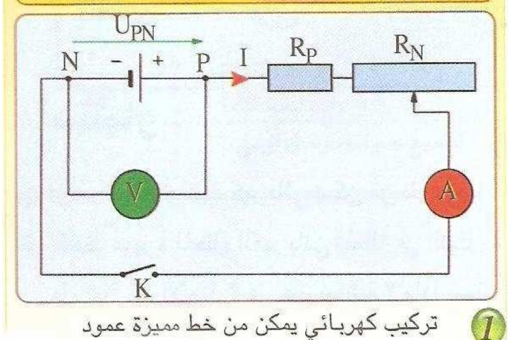
### نشاط تجريبي 1 : مميزة مولد (العمود)

الهدف : - خط المميزة (شدة التيار - التوتر) لعمود واستنتاج قوته الكهرمحركة وكذا مقاومته الداخلية.

العدة التجريبية : - عمود مسطح 4,5V،

- معدلة Rh: (100Ω , 1.8A) ،
- فولطمتر وأمبيرمتر ،
- قاطع التيار K ،
- مقاومة الوقاية $R_P$ ( 10Ω , 3W) $R_P$ ،
- أسلاك الربط.






1 تركيب كهربائي يمكن من خط مميزة عمود

- ننجز التركيب الكهربائي جانبه :
  - قاطع التيار K مفتوح.
- نقيس التوتر $U_{PN}$ بين قطبي العمود فنجد 4,5V .
  - قاطع التيار K مغلق.
- بواسطة المعدلة نغير الشدة I للتيار الكهربائي، ونقيس في كل مرة الشدة I والتوتر $U_{PN}$. وندون النتائج في جدول القياسات.

### استثمار:

1 يكون ثنائي القطب نشيطا إذا كان التوتر بين مربطيه غير منعدم عندما لايمر فيه تيار كهربائي. تحقق من أن العمود ثنائي قطب نشيط.

2 خط المميزة (شدة التيار - التوتر) لهذا العمود.

3 استنتج معادلة هذه المميزة.

4 علما أن معادلة المميزة تكتب على شكل: $U_{PN} = (-r) I + E$ ،
تحقق أن r لها مدلول مقاومة وE لها مدلول توتر.
نسمي r : المقاومة الداخلية للعمود،
و E : القوة الكهرمحركة للعمود.

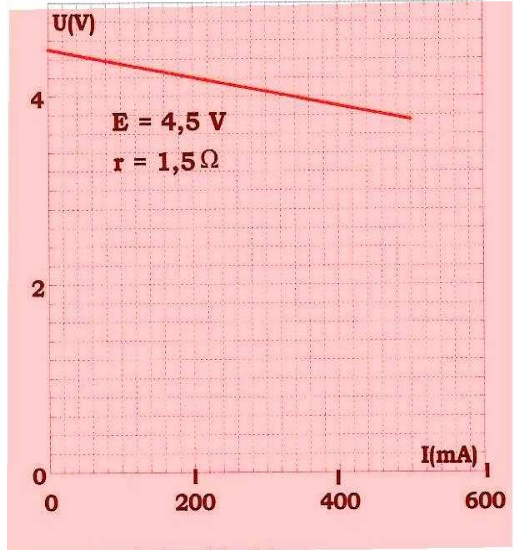
5 استنتج قيمة كل من r و E .

6 ما دور مقاومة الوقاية $R_P$ ؟


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## 1- ثنائي قطب نشيط

### 1.1- المميزة (شدة التيار - توتر) لثنائي قطب نشيط



مميزة ثنائي قطب نشيط
شكل-3

خلال دراسة العمود في النشاط التجريبي الأول، حصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي :

| $U_{PN}(V)$ | 4,50 | 4,35 | 4,20 | 4,05 | 3,90 | 3,75 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I(mA) | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |

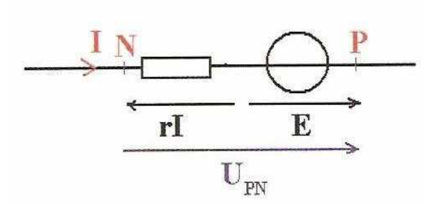
- يمثل الشكل-3 المميزة (شدة التيار - توتر) لهذا العمود.
- $U_{PN} = 4{,}50V$ رغم كون $I = 0mA$ ، العمود إذا ثنائي قطب نشيط.
- $U_{PN}$ دالة تآلفية بدلالة شدة التيار ، العمود إذا ثنائي قطب خطي.
- يمثل التوتر بين قطبي العمود $U_{PN}$ ، عندما تكون الدارة مفتوحة $I = 0mA$، القوة الكهرمحركة للعمود. $E = (U_{PN})_{I=0}$، وحدتها الفولط (V).

تطبيق عددي : بالنسبة للعمود المدروس، $E = 4{,}50V$.

- يعبِّر عن القيمة المطلقة للمعامل الموجه للميزة (مقسوم فرق توترين على فرق شدتين) بالأوم. فهو إذاً يوافق مقاوَمة تسمى :

المقاومة الداخلية للعمود. $r = \frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}$

تطبيق عددي : $r = 1{,}5\Omega$



شكل-4 : تمثيل ثنائي قطب نشيط

- قانون أوم بالنسبة لعمود خطي :  $U_{PN} = E - r.I$
- في الحالة التي ندرسها

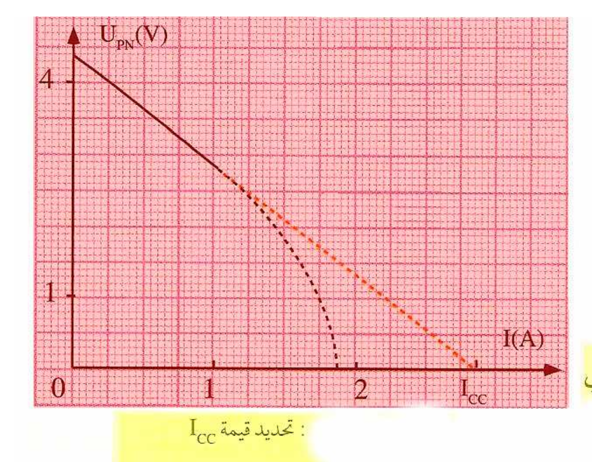
$$U_{PN} = 4{,}50 - 1{,}5.\ I$$

يَتضح من هذا القانون أن مرور التيار في الدارة يؤدي إلى انخفاض في التوتر بين قطبي العمود.
هذا ناتج عن وجود المقاومة الداخلية.
يبين الشكل - 4 طريقة تمثيل ثنائي قطب نشيط.

ملحوظة :

يُعتبر ثنائي القطب النشيط مثاليا إذا كانت مقاوَمته منعدمة.
عند ربط قطبَي العمود بخيط موصل، يصبح التوتر $U_{PN}$ تقريبا منعدما : $O = E - rI_{cc}$
$I_{cc} = \frac{E}{R}$ هي شدة تيار الدارة القصيرة.
للحصول عليها مبيانيا نمدد المميزة، مع الاحتفاظ بشكلها الخطي، فتتقاطع مع المحور (OI) في $I_{cc}$ .


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com




• مبيانيا : كما يبين (الشكل)

• جبريا : تمثل $I_{CC}$ حل المعادلة $U_{PN} = E - rI = 0$

أي $I_{CC} = \frac{E}{r}$ ،و تمثل القيمة النظرية القصوى للتيار الذي يمكن أن يجتاز العمود .

**ملحوظة:**

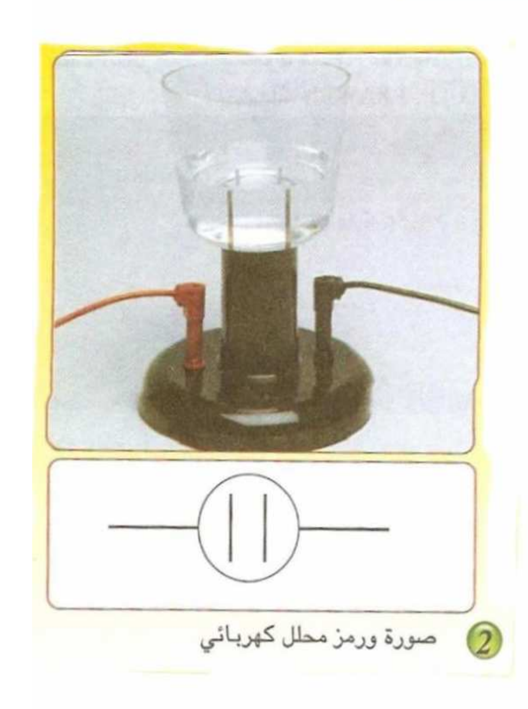
مميزة الأعمدة الاعتيادية لا تبقى خطية إذا ازدادت شدة التيار الكهربائي الذي يغذي به العمود الدارة

## II - المستقبل

### نشاط تجريبي 2 : مميزة مستقبل (المحلل الكهربائي)

الهدف : ـ تعرف مميزة محلل كهربائي، و استنتاج قوته الكهرمحركة المضادة، ومقاومته الداخلية.

العدة التجريبية : ـ محلل كهربائي ـ محلول الصودا ـ أسلاك الربط ـ فولطمتر ـ أمبير متر ـ مولد لتوتر مستمر قابل للضبط .



صورة ورمز محلل كهربائي 2

يعطي الشكل 3 مميزة محلل كهربائي ذي إلكترودين من الحديد يحتوي على محلول الصودا.

**استثمار :**

1 ارسم تبيانة تركيب كهربائي يمكن من خط مميزة محلل كهربائي .

2 لاحظ مميزة المحلل الكهربائي الممثلة في الشكل 3 هل هي خطية ؟ هل تمر من الأصل؟ هل هي تماثلية ؟ ماذا تستنتج ؟

3 نعتبر جزء المميزة المقابل لـ $I_{AB}$ و $U_{AB}$ الموجبين، نلاحظ أن الجزء MN مستقيمي. نكمل رسم المستقيم : تسمى هذه العملية إخطاط المميزة أي إرجاعها خطية.

1.3 ـ أوجد معادلة المستقيم المار من MN.

2.3 ـ علما أن شكل معادلة المستقيم هو : $U_{AB} = r'I + E'$

تحقق أن 'r لها وحدة المقاومة و 'E لها وحدة التوتر.

نُسمي :

'r : المقاومة الداخلية للمحلل الكهربائي،

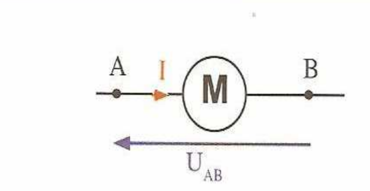
و 'E : القوة الكهرمحركة المضادة للمحلل الكهربائي.

3.3 ـ استنتج قيمة كل من 'r و 'E.

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

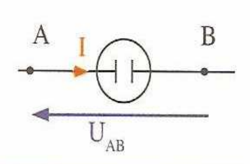
# 1-تعريف

المستقبل ثنائي قطب كهربائي يحول جزءاً من الطاقة الكهربائية المكتسبة إلى شكل آخر من الطاقة بالإضافة إلى الطاقة الحرارية .
يرمز الشكل إلى الاصطلاح المستعمل لتمثيل تيار ذي الشدة I المار في المستقبل (AB) ، و التوتر $U_{AB}$ بين مربطيه ، و يسمى اصطلاح مستقبل .



اصطلاح مستقبل :

مثال : رمز إلى المحلل الكهربائي ، ويرمز إلى المحرك الكهربائي



الرمز الاصطلاحي للمحلل الكهربائي :

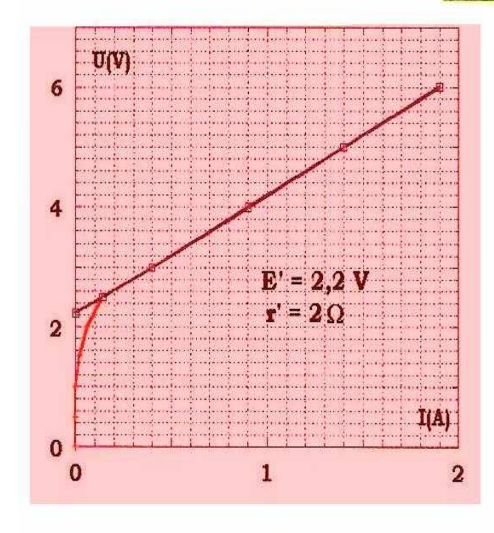
A I M B $U_{AB}$

الرمز الاصطلاحي للمحرك الكهربائي :

## 2-المميزة (شدة التيار- توتر) لمستقبل (المحلل الكهربائي)

خلال الدراسة التجريبية للمميزة (شدة تيار - توتر) لمحلل كهربائي حصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي :

| $U_{PN}$(V) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | 0,50 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I(A) | 1,9 | 1,4 | 0,9 | 0,4 | 0,14 | 0,06 | 0,02 | 0 | 0 | 0 |



مميزة محلل كهربائي

- يمثل الشكل- المميزة (شدة تيار - توتر) للمحلل الكهربائي.
هذه المميزة غير خطية إلا إذا اعتبرنا المجال $I > 0,14A$.
- في هذا المجال فإن $U = f(I)$ دالة تآلفية.
  - التوتر الذي يقابل نقطة التقاطع بين المستقيم الذي نؤمثل به الطرف المستقيمي من المميزة و محور الأراتيب، يسمى القوة الكهرمحركة المضادة، نرمز لها ب $E'$ و يعبر عنها بالفولط.
  - يمثل المعامل الموجه المقاومة الداخلية $r'$ للمحلل الكهربائي، يعبر عنها بالأوم.

و بالتالي فإن قانون أوم بالنسبة لمستقبل هو : $U = E' + r'.I$

تطبيق عددي : $U = 2,2 + 2.I$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# III- نقطة اشتغال دارة

## 1- مفهوم نقطة الاشتغال

ننجز دارة كهربائية بسيطة بتجميع ثنائي قطب نشيط وثنائي قطب غير نشيط.

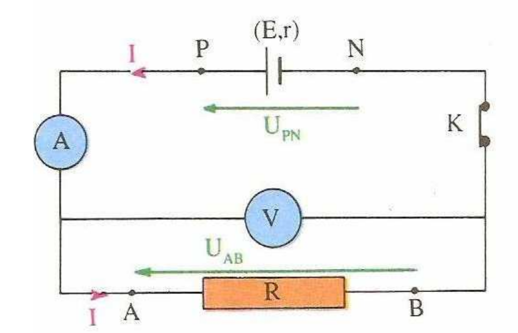
وحتى لاتتلف مركبات الدارة ، ينبغي أن نبحث عن شدة التيار الذي يمر في هذه الدارة.

على العموم يُمكن الإنشاء الهندسي لمميزتي ثنائيي القطب في معلم واحد وبنفس السلم من استغلال تقاطعهما للحصول على هذه الشدة ($I_F$) وعلى التوتر الموافق لها ($U_F$) : نقول إننا نحدد نقطة اشتغال الدارة الكهربائية.

ويمكن كذلك تحديد نقطة اشتغال الدارة حسابيا كلما توفرت لدينا معادلتي المميزتين.

## 2- تجميع موصل أومي وعمود

ننجز دارة كهربائية بسيطة مكونة من عمود (E,r) ومن موصل أومي (AB) مقاومته R (شكل 1)



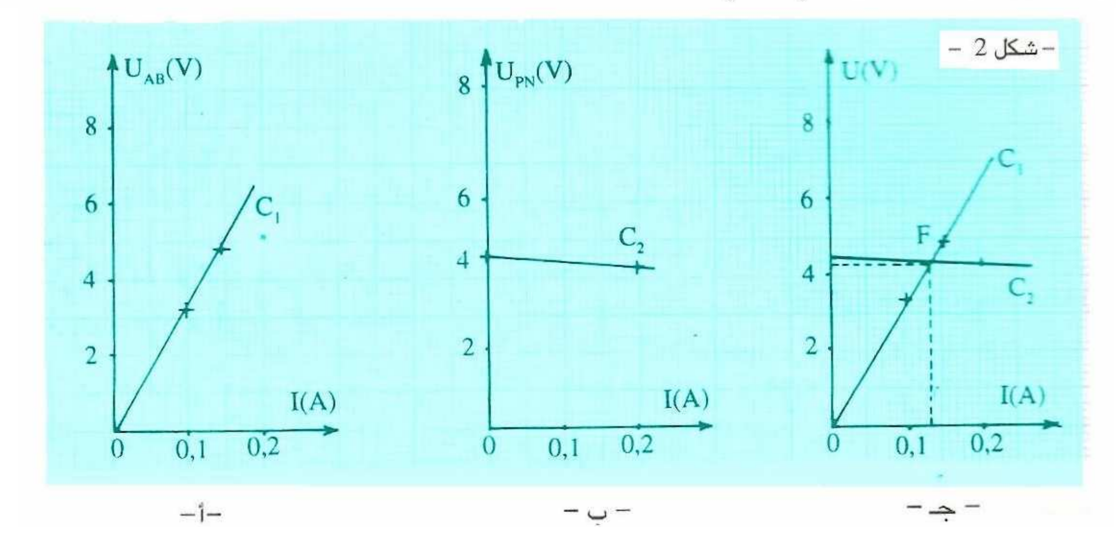

شكل 1. تجميع عمود (E,r) وموصل أومي R

عندما نغلق قاطع التيار، يمر في ثنائيي القطب نفس التيار الكهربائي (نفس المنحى ونفس الشدة) ويخضع كل منهما إلى نفس التوتر $U_{AB} = U_{PN}$ حيث ($U_{PA} = U_{BN} = 0$)

### 2.1- تحديد نقطة اشتغال الدارة

أ- باستعمال الطريقة المبيانية :

نخط في نفس المعلم وبنفس السلم المميزتين $C_1$ و $C_2$ الممثلتين على التوالي للدالتين $U_{AB} = R.I$ و $U_{PN} = E - r . I$ (شكل 2).




www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

نلاحظ أن المنحنيين $C_1$ و $C_2$ يتقاطعان في النقطة F التي توافق إحداثيتاها ($U_F = 4,3V$ و $I_F = 0,13A$) حالة اشتغال العمود والموصل الأومي معا (شكل -2- ج)

ب- باستعمال الطريقة الحسابية :

نعرف معادلة مميزة العمود (E,r) :

$$U_{PN} = E - r.I$$

ونعرف كذلك معادلة مميزة الموصل الأومي (AB) :

$$U_{AB} = R.I \quad \text{(قانون أوم)}$$

ويمكننا تجميعهما الممثل في الشكل (1) من كتابة

$$U_{PN} = U_{AB}$$

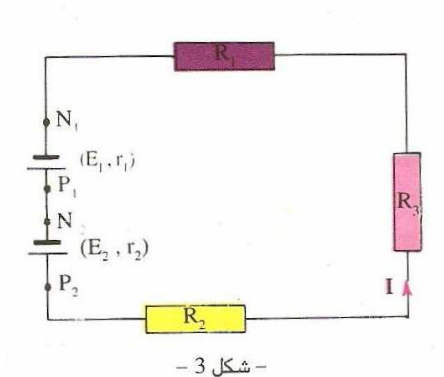
$$E - r.I = R.I$$

فنستنتج إحداثيي النقطة F :

$$U_F = \frac{R}{R+r} . E \quad \text{و} \quad I_F = \frac{E}{R+r}$$

تطبيقي عددي : $E = 4,5\ V$ ؛ $R = 32\ \Omega$ ؛ $r = 1,5\ \Omega$

$U_F = 4,3\ V$ ؛ $I_F = 0,13\ A$

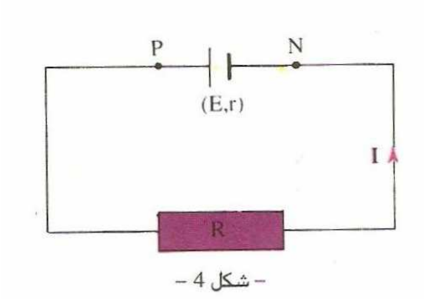



– شكل 3 –

### 2.2- تعميم : قانون بويي (Pouillet)

نركب على التوالي ثلاث موصلات أومية مقاوماتها $R_1$ و $R_2$ و $R_3$ ، مركبة على التوالي وعمودين مجمعين بالتوافق (شكل 3)

يمكن استبدال هذا التركيب بتركيب مكافئ (شكل 4) ، مكون من عمود قوته الكهرمحركة $E = E_1 + E_2$ ومقاومته الداخلية $r = r_1 + r_2$ ومن موصل أومي مقاومته $R = R_1 + R_2 + R_3$.




– شكل 4 –

وبالتالي تستنتج شدة التيار I الذي يمر في الدارة بتطبيق العلاقة التالية :

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2}$$

تعمم هذه النتيجة بالنسبة لتركيب على التوالي مكوّن من موصلات أومية ومن أعمدة مجمعة كلها على التوالي

**قانون بويي** : (فيزيائي فرنسي 1790 - 1868) :

تساوي شدة التيار الذي يمر في دارة كهربائية مكونة من موصلات أومية وأعمدة مركبة جميعها على التوالي : خارج مجموع القوى الكهرمحركة لمختلف الأعمدة على مجموع مقاومات الموصلات الأومية والمقاومات الداخلية للأعمدة .

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i}{\sum_{j=1}^{P} R_j + \sum_{i=1}^{n} r_i}$$

moustamani@hotmail.com

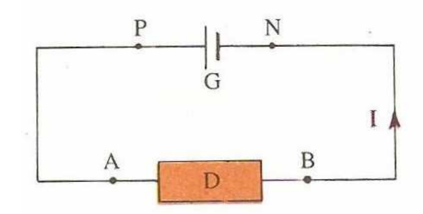
ملحوظة :

تعتبر النتيجة المحصل عليها بخصوص التركيب المكون من عمود وموصل أومي (شكل 1) حالة خاصة لهذه العلاقة.

## 3- تجميع مولد خطي وثنائي قطب غير نشيط لا خطي.

**Association d'un générateur linéaire et d'un dipôle passif non linéaire**

يصعب في الغالب استعمال الطريقة الحسابية لإيجاد إحداثيي نقطة اشتغال هذا التجميع. ويتطلب اتباع الطريقة المبيانية (للبحث عن نقطة الاشتغال) معرفة المميزة لا خطية لثنائي قطب غير نشيط لا خطي.



شكل 5 : D : ثنائي قطب غير نشيط غير خطي

نعتبر الدارة الكهربائية المكونة من مولد خطي (G) ومن ثنائي القطب (AB) غير نشيط لا خطي (شكل 5).

نخط في نفس المعلم ، وبنفس السلم مميزة العمود ومميزة ثنائي القطب (AB). ونحدد شدات التيار التي لايمكن تجاوزها بالنسبة لكل ثنائي قطب فنلاحظ إحدى الحالتين :

– المميزتان تتقاطعان في النقطة F (نقطة اشتغال الدارة). مما يدل على شدة التيار (عند نقطة الاشتغال) الذي يمر في الدارة مازالت دون شدة التيار القصوية التي يتحملها ثنائي القطب الأكثر هشاشة. وبالتالي يمكن غلق قاطع التيار دون مخافة إتلاف أي من ثنائيي القطب المكونين للدارة.

– المميزتان لاتتقاطعان. فلا يمكن تحديد نقطة اشتغال الدارة.

وقد يتلف أحد ثنائيي القطب إذا ما أغلق قاطع التيار.

مثال : نأخذ ثنائي القطب (AB) المصباح الذي أعطيت مميزته سابقا (ص 171) فهذا المصباح لايتحمل تيارا كهربائيا تفوق شدته 0,25A.

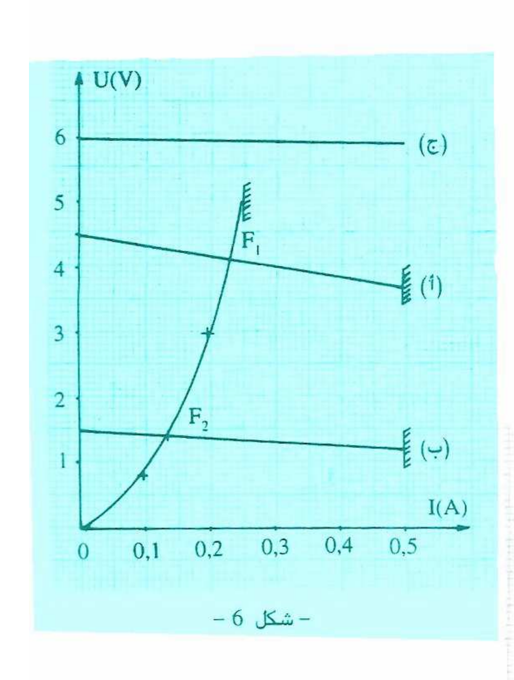
ونستعمل بالتتابع المولدات الثلاث التالية :

أ- $E_1 = 4,5\,V$ ؛ $r_1 = 1,5\,\Omega$

ب- $E_2 = 1,5\,V$ ؛ $r_2 = 0,5\,\Omega$

ج- مركم $E_3 = 6V$ ؛ $r_3 \approx 0\Omega$

النتائج (شكل 6) :



– شكل 6 –

* بالنسبة للعمود (أ) والمصباح :

تتقاطع مميزة المصباح مع مميزة العمود في النقطة $F_1$ ذات الإحداثيين : $U_{F_1} = 4,1\,V$ و $I_{F_1} = 0,23A$

يضيء المصباح بكيفية عادية إذا ما أنجزت الدارة.

* بالنسبة للعمود (ب) والمصباح :

تتقاطع المميزتان في النقطة $F_2$ ذات الإحداثيين $I_{F_2} = 0,14A$ و $U_{F_2} = 1,4\,V$ :

يمكن إنجاز الدارة لكن إضاءة المصباح تكون ضعيفة. (لأن توتر استعمالها ضعيف)

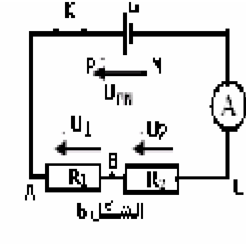
* بالنسبة للعمود (ج) والمصباح :

لاتتقاطع المميزتان. فلا يمكن إنجاز الدارة وإلا أتلف المصباح.

## تمرين محلول

تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل من :

ـ مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E$ ومقاومته الداخلية $r$

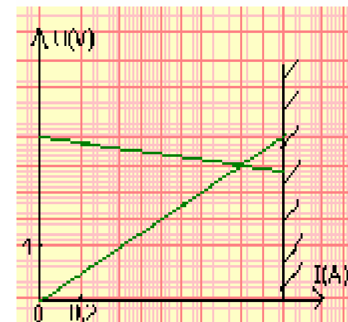



ـ أمبيرمتر

ـ موصلين أوميين AB و BC مقاومتهما على التوالي $R_1$ و $R_2$

يرمز AC الموصل الأومي المكافئ إلى تجميع AB و BC

يعطي المبيان الممثل في الشكل (7) المميزة $U=f(I)$ لكل من المولد G والموصل الأومي AC المكافئ للتجميع AB و AC .




1 – 1 عين مبيانيا الإحداثيتين $I_F$ و $U_F$ لنقطة اشتغال الدارة .

1 – 2 تأكد بالحساب من هاتين الإحداثيتين .

1 – 3 علما أن $U_1=2V$ أوجد $U_2$ التوتر بين مربطي الموصل الأومي BC . واستنتج المقاومتين $R_1$ و $R_2$ .

2 – نعوض الموصل الأومي AB بصمام ثنائي من السيليسيوم مستقطب في المنحى المعاكس .

2 – 1 أرسم الدارة

2 – 2 أوجد قيمة التوتر $U_{PN}$ ، بين قطبي المولد G ، واستنتج قيمة التوتر $U_{AB}$ بين مربطي الصمام الثنائي .

## الحل

1 ـ 1 $F(I_F=1A, U_F=10V)$

2ـ 1 الطريقة الحسابية :

حسب قانون بويي : $I_F = \dfrac{E}{r+R_1+R_2}$

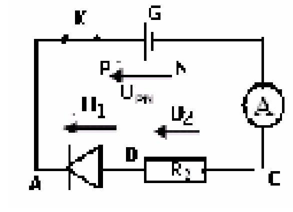
حسب المميزتين فالنسبة لثنائي القطب AB وهو موصل أومي مكافئ ل $R_1$ و $R_2$ معامل التناسب لهذه الدالة $R_{eq} = \dfrac{\Delta U}{\Delta I} = \dfrac{4}{0,4} = 10\Omega$

بالنسبة للمولد $E=12V$ والمقاومة الداخلية هي : $r = \dfrac{\Delta U}{\Delta I} = \dfrac{2}{1} = 2\Omega$

ومنه $I_F = \dfrac{12}{12} = 1A$ وبما أن $U_F=R_{eq}.I_F$ أي أن $U_F = 10V$

1 ـ 3 : حسب قانون لإضافية التوترات $U_{AC}=U_{AB}+U_{BC}$ و $U_{AC}=U_{PN}=E-rI=10V$

$U_{AB}=U_1=2V$ نستنتج أن $U_2 = U_{BC} = U_{PN} - U_1 = 8V$




2 ـ تبيانة الدارة الكهربائية :

الصمام الثنائي يتصرف كقاطع التيار مفتوح أي أن $I=0$

و $U_{PN}=12V$ و التوتر $U_{AB}=0$ لان ثنائي القطب AB يكافئ دارة مفتوحة


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# سلسلة مميزات بعض ثنائيات القطب النشيطة-نقطة الاشتغال

## تمرين-1

1) يمثل منحنى الشكل 1 مميزة مولد G للتيار المستمر.

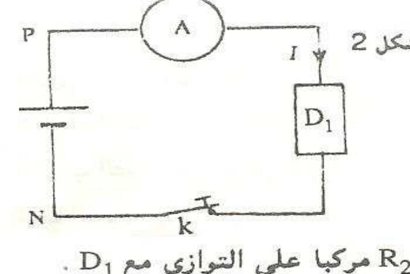
1.1) عين القوة الكهرمحركة E للمولد G ومقاومته الداخلية r .

2.1) أكتب تعبير التوتر $U_{PN}$ بين قطبي المولد بدلالة شدة التيار I .

شكل 1

2) نركب المولد G كما يبين الشكل 2 مع :

- موصل أومي $D_1$ مقاومته $R_1$
- قاطع للتيار K .
- أمبير متر(A) مقاومته مهملة.




نغلق K فتستقر إبرة الأمبيرمتر كما هو مبين على الشكل 3 .

1.2) عين الشدة I للتيار المار في الدارة ، علما أن العيار المستعمل هو 0.3 A .

2.2) أوجد $R_1$ .

3) نضيف في التركيب السابق موصلا أوميا $D_2$ مقاومته $R_2 = 56\ \Omega$ مركبا على التوازي مع $D_1$ .

1.3) حدد مقاومة الموصل الأومي المكافئ لتركيب $D_1$ و $D_2$ .

2.3) حدد شدة التيار الرئيسي.

شكل 3

## تمرين-2

نعتبر دارة مكونة من الأجهزة التالية والمركبة على التوالي :

– موصلين أوميين مقاومتهما على التوالي $R_1=118\Omega$ و $R_2=82\Omega$

– عمود $P_1$ قوته الكهرمحركة $E_1=4,5V$ ومقاومته الداخلية $r_1=2\Omega$ وعمود $P_2$ قوته الكهرمحركة $E_2=9V$ ومقاومته الداخلية $r_2=1\Omega$ .

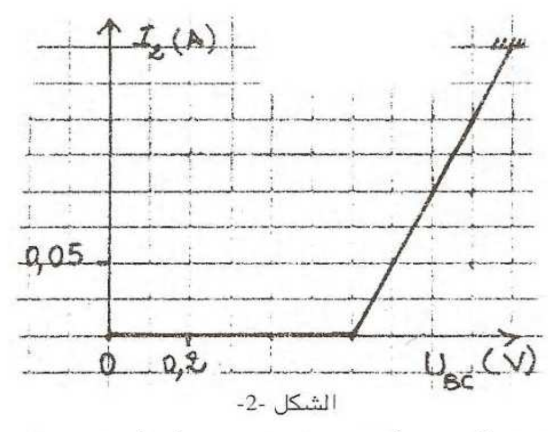
حدد قيمة I شدة التيار الذي يمر في الدارة .

## تمرين-3

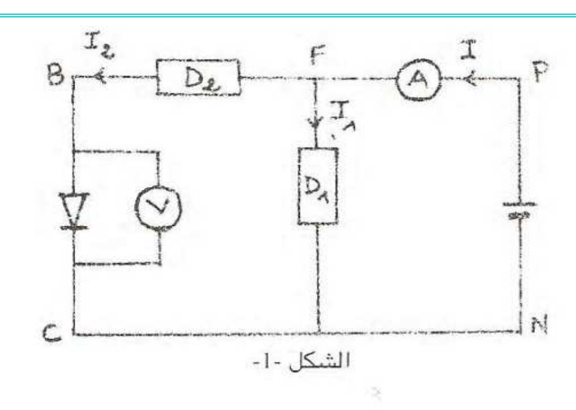
يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل-1- من :

- مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E = 6V$ ، ومقاومته الداخلية مهملة ،
- صمام ثنائي من السيليسيوم ، مميزاته ، ممثلة في الشكل-2-
- موصلين اوميين $D_1$ و $D_2$ ، مقاومتاهما على التوالي $R_1$ و $R_2$ ،
- امبيرمتر (A) ، مقاومته مهملة،
- فولطمتر (V) ، مقاومته كبيرة جدا ، يحتوي ميناؤه على 100 تدريجة.


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la



الشكل -2-



الشكل -1-

1- احسب التوتر $U_{BC}$ ، علما ان ابرة الفولطمتر امام التدريجة 45 عندما نستعمل العيار 2V .

2- حدد مبيانيا قيمة الشدة $I_2$ للتيار الذي يمر عبر الصمام الثنائي .

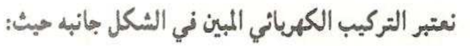
3- بين ان عبارة $I_2$ تكتب على الشكل التالي : $I_2 = \dfrac{E - U_{BC}}{R_2}$ ، ثم تحقق ثانية من قيمة $I_2$ علما ان $R_2 = 34\Omega$ .

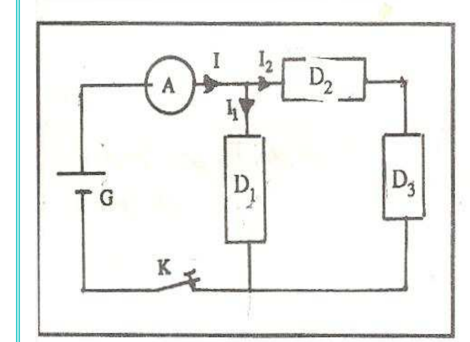
4- احسب قيمة المقاومة $R_1$ ، علما ان الامبيرمتر (A) يشير الى الشدة $I = 450mA$ .

5- نعكس ربط الصمام الثنائي في التركيب السابق.اوجد القيمة التي يشير اليها كل من الامبيرمتر والفولطمتر .

6- نزيل الصمام الثنائي والفولطمتر ونصل النقطتين B و c بسلك فلزي مقاومه مهملة.اوجد مقاومة الموصل الاومي المكافيء للموصلين الاوميين $D_1$ و $D_2$ في هذه الحالة .

## تمرين-4


نعتبر التركيب الكهربائي المبين في الشكل جانبه حيث:



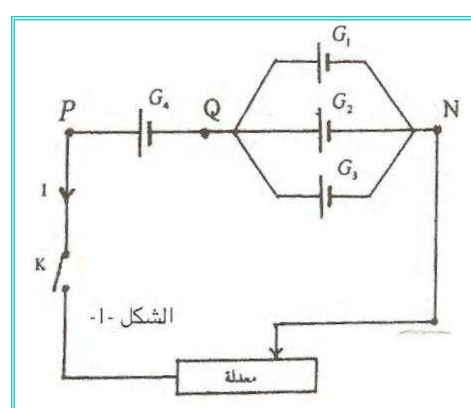

- G مولد كهربائي قوته الكهرمحركة E = 12 V ومقاومته الداخلية r = 4 Ω
- A أمبير متر يشتمل ميناؤه على100 تدريجة.
- K قاطع للتيار الكهربائي.
- $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ موصلات أومية، مقاوماتها على التوالي $R_1$ و $R_2$ و $R_3$ ، حيث :
  $R_2 = 4R_1$ و $R_3 = 3R_1$

نغلق الدارة الكهربائية، فنلاحظ أن إبرة الأمبيرمتر تتوقف عند التدريجة 60 .

1) عين شدة التيار I ، إذا علمت أن العيار المستعمل هو 1A .
2) أحسب التوتر بين مربطي المولد G .
3) أثبت العلاقة $I_1 = 5\,I_2$ .
4) أحسب $I_1$ و $I_2$ .
5) أحسب قيمة $R_1$ و استنتج $R_2$ و $R_3$ .
6) أحسب بطريقتين مختلفتين المقاومة المكافئة $R_e$ للموصلات الاومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ .


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

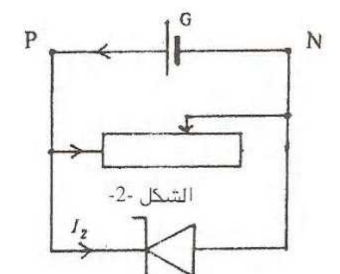
**تمرين-5**




يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل (1) من :

- اربعة اعمدة خطية مماثلة $G_1$ و $G_2$ و $G_3$ و $G_4$ .
- لكل عمود ، قوة كهرمحركة $E=3V$ ومقاومة داخلية $r=1,5\Omega$ .
- معدلة مقاومتها R قابلة للضبط بين 0 و $50\Omega$ .
- قاطع التيار الكهربائي K.

1- نبقي قاطع لتيار K مفتوحا ونربط القطب P للعمود $G_4$ بالمدخل Y لكاشف التدبدب والقطب Q بالهيكل ، فينتقل الخط الضوئي على الشاشة بالمسافة d.
الحساسية الرأسية لكاشف التذبذب مضبوطة على القيمة $S_V=2V/cm$ .
حدد المسافة d ومنحى انتقال الخط الضوئي على الشاشه.




2-حدد القوة الكهرمحركة $E_0$ والمقاومة الداخلية $r_0$ للعمود $G_0$ المكافيء للاعمدة الثلاثة $G_1$ و $G_2$ و $G_3$ المركبة بين النقطتين Q و N .

3- بين ان للعمود G المكافيء للاعمدة الاربعة $G_1$ و $G_2$ و $G_4$ المركبة بين النقطتين P و N قوة كهرمحركة $E_e=6V$ ومقاومة داخلية $r_e=2\Omega$ .

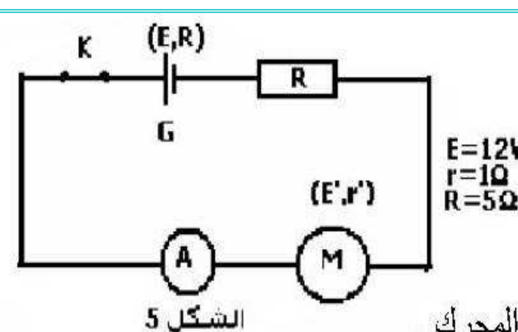
4- نغلف قاطع التيار k ونضبط مقاومة المعدلة على القيمة $R=38\Omega$ . اوجد الشدة I للتيار الكهربائي الذي يمر في الدارة.

5- نضيف الى الدارة السابقة صماما ثنائيا زينر، مميزته مؤمثلة وذي توتر زينر $U_Z=5V$ مركب على التوازي مع المعدلة في المنحى المعاكس كما يوضح الشكل (2) .

5-1- اوجد تعبير الشدة $I_Z$ للتيار الكهربائي الذي يمر في الصمام الثنائي زينر بدلالة R و $r_e$ و $E_e$ و $U_Z$ .

5-2- حدد المجال الذي يمكن ان نغير فيه المقاومة R للمعدلة ليكون الصمام الثنائي زينر مارا .

**تمرين-6**



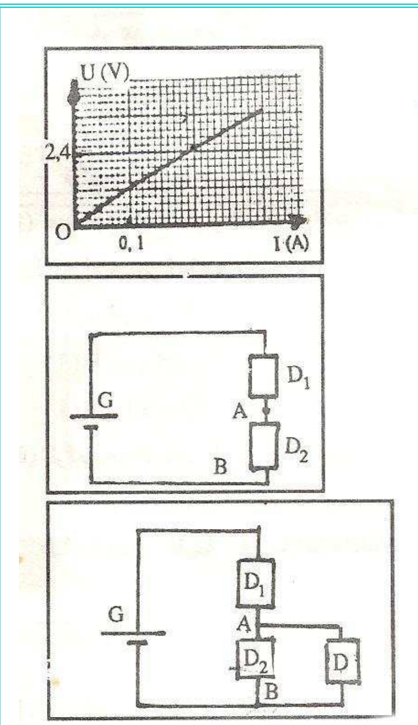

نعتبر الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 5 :

1 ـ نمنع المحرك M عن الدوران حيث E'=0 ، فيشير الأمبيرمتر إلى القيمة $I_0$=1,6A . أحسب المقاومة الداخلية r' للمحرك .

2 ـ عندما يدور المحرك يشير الأمبيرمتر إلى القيمة I=1A .
أحسب القوة الكهرمحركة المضادة E' والتوترات $U_G$ و $U_R$ و $U_M$ على التوالي بين مربطي كل من المولد والموصل الأومي والمحرك .

moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تمرين-7**




1) يمثل الشكل 1 مميزة موصل أومي(D)

1.1) هل الموصل الاومي(D) ثنائي قطب نشيط أم غير نشيط؟ علل الجواب.

2.1) عين مبيانيا قيمة المقاومة R للموصل الاومي(D).

2) تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 2 من العناصر التالية :

- مولد G قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية مهملة.
- موصلين أوميين $(D_1)$ و $(D_2)$ مقاومتاهما على التوالي $R_1$ و $R_2$ .

1.2) أوجد بدلالة E و $R_1$ و $R_2$ تعبير الشدة I للتيار المار في الدارة.

2.2) بين أن التوتر $U_{AB}$ بين المربطين A و B يكتب على النحو التالي: $U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E$

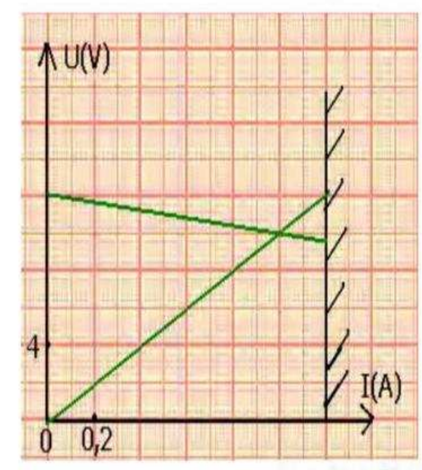
أحسب $U_{AB}$ علما أن: $E = 6V$ و $R_1 = 5\ \Omega$ و $R_2 = 20\ \Omega$.

3) نضيف الى التركيب السابق الموصل الاومي(D) المشار اليه في السؤال (1) . أنظر الشكل 3

1.3) أحسب المقاومة $R_e$ للموصل الأومي المكافئ لـ $(D_2)$ و (D).

2.3) أحسب القيمة الجديدة $U'_{AB}$ للتوتر بين المربطين A و B.

إستنتج الاهمية من تركيب موصل أومي مقاومته R قابلة للتغيير، على التوازي مع $(D_2)$




**تمرين-8**

تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (6) من :

ـ مولد كهربائي قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية r

ـ اميرمتر

ـ موصلين أوميين AB و BC مقاومتهما على التوالي $R_1$ و $R_2$

يرمز AC الموصل الأومي المكافئ إلى تجميع AB و BC

يعطي المبيان الممثل في الشكل (7) المميزة $U=f(I)$ لكل من المولد G والموصل الأومي AC المكافئ للتجميع AB و AC .

1 ـ 1 عين مبيانيا الإحداثيتين $I_F$ و $U_F$ لنقطة اشتغال الدارة .

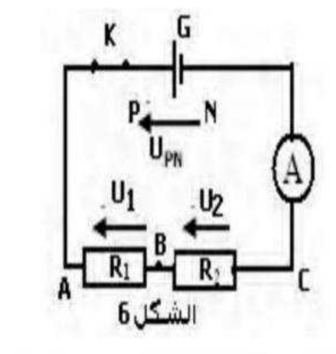
1 ـ 2 تأكد بالحساب من هاتين الإحداثيتين .

1 ـ 3 علما أن $U_1=2V$ أوجد $U_2$ التوتر بين مربطي الموصل الأومي BC . واستنتج المقاومتين $R_1$ و $R_2$ .

2 ـ نعوض الموصل الأومي AB بصمام ثنائي من السيليسيوم مستقطب في المنحى المعاكس .

2 ـ 1 أرسم الدارة

2 ـ 2 أوجد قيمة التوتر $U_{PN}$ ، بين قطبي المولد G ، واستنتج قيمة التوتر $U_{AB}$ بين مربطي الصمام الثنائي .

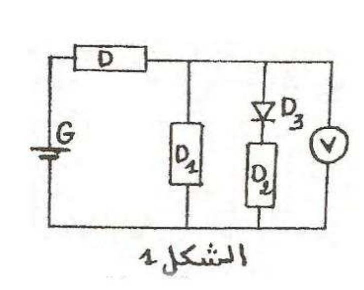


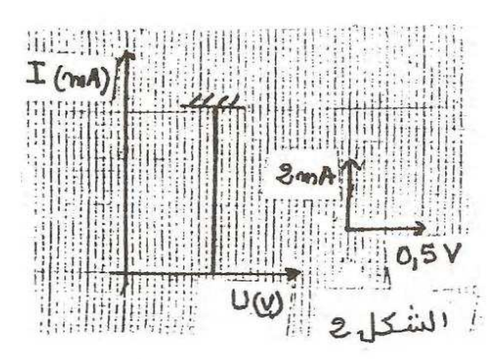

U(V)
4
0
0,2
I(A)

moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تمرين-9**

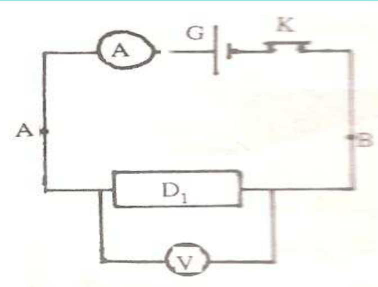
يتكون التركيب الممثل في الشكل (1) من :
- مولد G قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية مهملة .
- موصلات اومية D، $D_1$ ، $D_2$ مقاوماتها على التوالي $R = 1K\Omega$ و $R_1 = 2K\Omega$ و $R_2 = 950\Omega$ .
- صمام ثنائي $D_3$ مميزته ممثلة في الشكل (2) .
- فولطمتر فئته 2.




1- عرف عتبة التوتر $U_S$ وعين قيمتها بالنسبة ل $D_3$ .
2- عين شدة التيار القصوية التي يمكن ان يتحملها $D_3$.
3- عند ضبط عيار الفولطمتر على القيمة $C = 5V$ تشير ابرته الى التدريجة 114 من ميناء يحتوي على 150 تدريجة .
3-1- حدد التوتر U الذي يقيسه الفولطمتر.
3-2- احسب الارتياب المطلق ودقة القياس على U.
3-3- اوجد الشدة $I_2$ للتيار المار في $D_2$ .
3-4- اوجد تعبير الشدة I للتيار المار في D بدلالة $R_1$ ، $R_2$ ، $U_S$ و U احسب
3-5- اوجد E.

**تمرين-10**



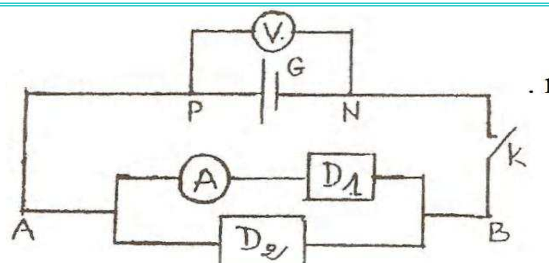

يمثل الشكل جانبه تركيبا كهربائيا مكونا من :
– مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E = 6V$، ومقاومته الداخلية r .
– موصل أومي $D_1$ مقاومته $R_1 = 14\ \Omega$ .
– امبير متر عدد تدريجات مينائه 100 .
– فولطمتر مركب على التوازي مع الموصل الأومي.

**1**) عند غلق قاطع التيار K، يشير الأمبير متر الى مرور تيار كهربائي شدته **I=0.40A**
1.1) اعط نص وصيغة قانون أوم.
2.1) ما هو عدد التدريجات التي تشير اليها إبرة الأمبير متر علما أن العيار المستعمل هو **0.5A**
3.1) أحسب التوتر الذي يشير اليه الفولطمتر.
4.1) حدد المقاومة الداخلية r للمولد الكهربائي.

**2**) نركب بين المربطين A و B موصلا أوميا $D_2$ مقاومته $R_2 = 36\ \Omega$.
1.2) احسب المقاومة المكافئة للموصلين الأوميين $D_1$ و $D_2$.
2.2) أحسب القيمة الجديدة لشدة التيار التي يشير إليها الأمبير متر.


moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تمرين-11**




تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل التالي من :

- مولد كهربائي G قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلة r .
- موصل اومي $D_1$ مقاومته $R_1$ .
- موصل اومي $D_2$ مقاومته $R_2 = 13,2\Omega$ .
- فولطمتر V يحتوي ميناؤه على 100 تدريجة.
- امبيرمتر A وقاطع التيار K.

1- نفتح قاطع التيار ، فيشير جهاز الفولطمتر الى التوتر $U_0 = 9V$ .

1-1- ماذا يمثل التوتر $U_0$ بالنسبة للمولد ؟ علل جوابك .

1-2- حدد التدريجة التي تتوقف عندها ابرة الفولطمتر علما ان العيار المستعمل هو 10V .

2- نغلق قاطع التيار فيشير الفولطمتر الى التوتر $U_{PN} = 6,6V$ والامبيرمتر الى الشدة $I_1 = 0,3A$ .

2-1- احسب عدد الالكترونات التي تجتاز مقطعا من $D_1$ في المدة $\Delta t = 4S$ .نعطي : $e = 1,6.10^{-19}e$ .

2-2- احسب قيمة المقاومة $R_1$ .

2-3- بين ان قيمة المقاومة الداخلية للمولد هي : $r = 3\Omega$ .

3- نزيل الموصل الاومي $D_2$ ونركب على التوالي مع الموصل الاومي $D_1$ صماما ثنائيا زينر مميزته مؤمثلة.

3-1- ارسم تبيانة هذا التركيب التجريبي علما ان الصمام الثنائي مركب في المنحى المعاكس.

3-2- يشير الامبيرمتر الى الشدة $I' = 0,12A$ ، حدد قيمة التوتر بين مربطي الصمام . ماذا يمثل هذا التوتر؟

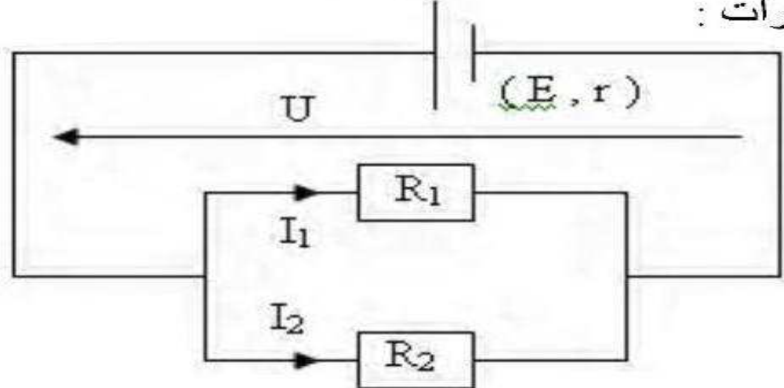
**تمرين-12**

نركب الموصليين الأوميين كما يبينه الشكل التالي :

نعطي : $R_2=6\Omega$ , $R_1=12\Omega$ , $r=2.0\Omega$ , $E=12V$

أحسب شدة التيارات :

I و $I_1$ و $I_2$

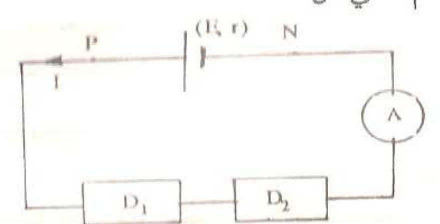



**تمرين-13**

يمثل المنحنيان المبينان في الوثيقتين (A) و (B) مميزتي موصل أومي $D_1$ وصمام ثنائي من السيليسيوم $D_2$.

1.1) أقرن كل مميزة بثنائي القطب المطابق لها معللا جوابك.

2.1) أوجد مبينيا :




moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

- قيمة المقاومة R للموصل الأومي .
- توتر العتبة $U_s$ للصمام الثنائي.

2) نركب $D_1$ و $D_2$ على التوالي مع مولد كهربائي قوته الكهرمحركة $E = 3\ V$ ومقاومته الداخلية r وجهاز أمبيرمتر A يحتوي ميناؤه على 30 تدريجة. ( انظر الشكل )

1.2) يشير الأمبير متر الى الشدة $I = 0.2\ A$ ، ما هي التدريجة التي تشير اليها إبرة الأمبيرمتر علما أن العيار المستعمل هو $0.3\ A$ ؟

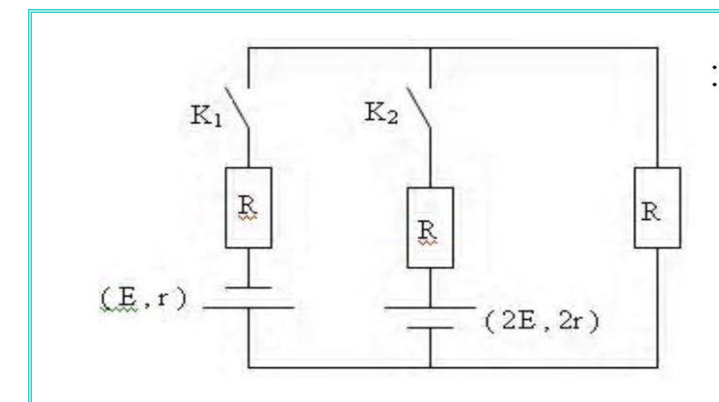
2.2) أوجد مبينيا قيمتي التوترين $U_1$ بين مربطي $D_1$ و $U_2$ بين مربطي $D_2$.

3.2) استنتج قيمة المقاومة الداخلية r للمولد الكهربائي.

3) نعكس تركيب الصمام في الدارة أوجد قيمة التوتر $U_{PN}$ بين مربطي المولد معللا جوابك.

الوثيقة (B) الوثيقة (A)

**تمرين-14**




ننجز الدارة الكهربائية المبينة جانبه :

نعطي $R=2r=12\Omega,\ E=12V$

ونغلق القاطع $K_1$ فقط

أحسب شدة التيار $I_1$ في الدارة

نغلق قاطع التيار $K_2$ فقط أحسب شدة التيار $I_2$ في الدارة .

**تمرين-15**

يتكون التركيب الممثل في الشكل التالي من : - مولد كهربائي (G) قوته الكهرمحركة $E = 6V$ ومقاومته الداخلية $r = 2\Omega$ .

- موصلين اوميين $(D_1)$ و $(D_2)$ مقاومتاهما على $R_1$ (مجهولة) و $R_2 = 25\Omega$

- صمام ثنائي من السيليسيوم مميزته مؤمثلة وعتبة توتره $U_S = 0,8V$.

- امبيرمتر مقاومته مهملة ويحتوي ميناؤه على $n_0 = 100$ تدريجة .

يشير الامبيرمتر الى مرور تيار شدته $I' = 0,5A$ .


moustamani@hotmail.com

1-1- حدد n عدد التدريجات الذي تشير اليه ابرة الاميبرمتر . نعطي العيار المستعمل $C = 1A$ .

1-2- احسب التوتر $U_{PN}$.

1-3- عين قيمتي $I_1$ و $I_2$.

1-4- اوجد قيمة المقاومة $R_1$

2 نعوض، في التركيب السابق، الصمام الثنائي من السيليسيوم والموصل الاومي ( $D_1$ ) بصمام ثنائي زينر مميزته مؤمثلة ومستقطب في المنحى الحاجز ، توتر زينر $U_Z = 5V$.

2-1- ارسم تبيانة التركيب الكهربائي المحصل عليه في هذه الحالة .

2-2- اوجد تعبير $I'$ شدة التيار في الفرع الرئيسي بدلالة E و r و $U_Z$.احسب $I'$.

**تمرين-16**

يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل (1) من :

– اربعة موصلات أومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ و $D_4$ لها نفس المقاومة R .

– عمود مسطح G قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية r. امبيرمتر(A) وفولطمتر (V).

يمثل الشكل (2) مميزة العمود و الشكل (3) مميزة ثنائي القطب BF المكون من $D_1$ و $D_2$ مركبين على التوالي .

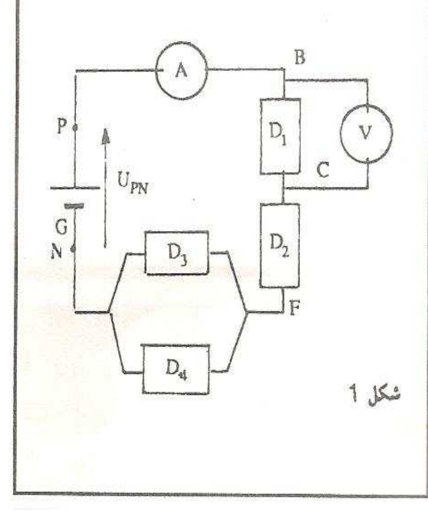
1) ارسم تبيانة التركيب التجريبي المعتمد في الدارسة لخط المميزة الممثلة في الشكل (2) وأوجد قيمة كل من E و r.

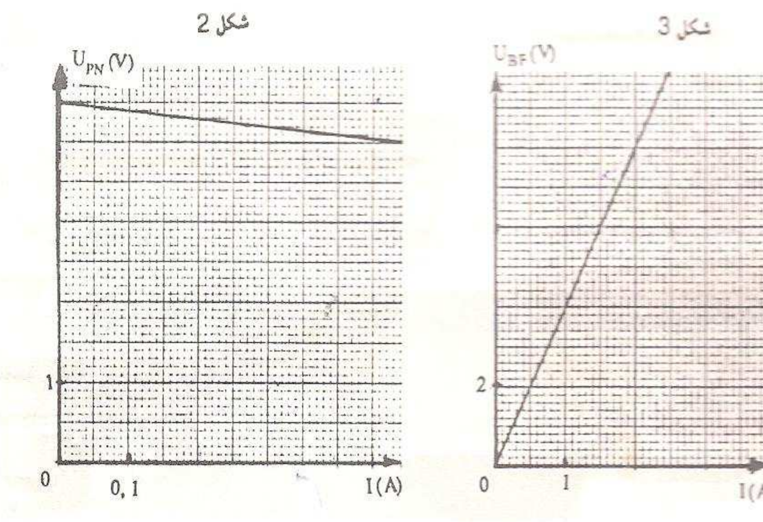
2) باستعمالك الشكل (3) بين أن قيمة المقاومة $R = 2\,\Omega$.

3) علما أن الامبيرمتر (A) يشير الى القيمة $I = 750\,mA$ و أن الفولطمتر (V) مستعمل في العيار $C = 2\,V$ وعدد تدريجات مينائه هي $n_T = 20$ . اوجد ، بتطبيق قانون أوم، قيمة التوتر $U_{BC}$ بين مربطي $D_1$ واستنتج عدد التدريجات n التي تشير إليها إبرة الفولطمتر (V)

4) بين أن شدة التيار التي يشير اليها الامبير متر تكتب : $I = \dfrac{2E}{5R + 2r}$

5) أحسب شدة التيار المار في الموصل الأومي $D_3$



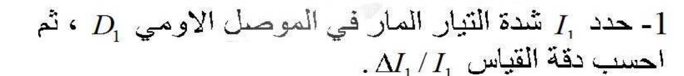

moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين-17

نعتبر التركيب التجريبي الممثل في الشكل أسفله حيث:

- G مولد كهربائي قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية مهملة .
- $D_1$ و $D_2$ و $D_3$: موصلات اومية مقاومتها على التوالي : $R_1 = 10\Omega$ و $R_2 = 10\Omega$ و $R_3 = 5\Omega$ .
- L مصباح كهربائي.
- A امبيرمتر فئته 1.5 يحتوي ميناؤه على 100 تدريجة وعياره 1A.
- كاشف التذبذب لمعاينة التوتر U بين مربطي المصباح L . حساسيته الراسية مضبوطة على القيمة $2V/cm$ .
- قاطع التيار (K).

عند غلق قاطع التيار (K) يضيء المصباح L وتستقر ابرة الامبيرمتر (A) عند التدريجة 60 بينما نعاين على شاشة كاشف التذبذب خطا افقيا ينتقل نحو الاعلى بمسافة d=1.5cm.



1- حدد $I_1$ شدة التيار المار في الموصل الاومي $D_1$ ، ثم احسب دقة القياس $\Delta I_1 / I_1$ .

2- عين العقد الموجود في هذه الدارة واستنتج I شدة التيار.

3- حدد $R_e$ المقاومة المكافئة لتجميع الموصلات الاومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$

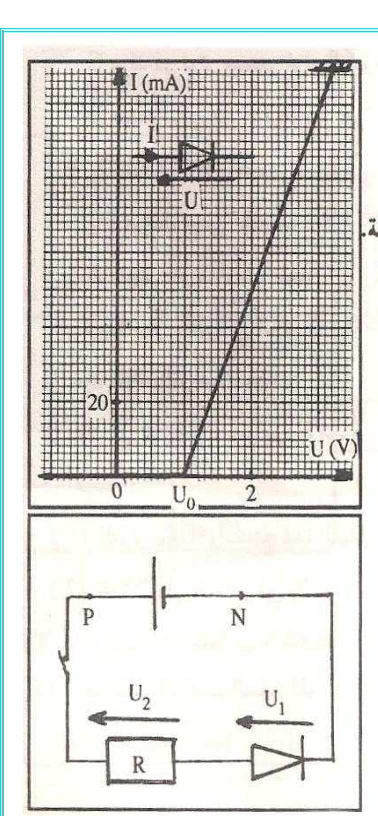
4- حدد U التوتر بين مربطي المصباح L .

5- اوجد E القوة الكهرمحركة للمولد G.

6- لدينا مصباحين $L_1$ و $L_2$ سجل عليهما $L_1(3V;2,4W)$ و $L_2(3V;4,5W)$

عين معللا جوابك المصباح الذي استعمل في هذا التركيب.

## تمرين-18




1) يمثل الشكل (1) المميزة المخططة لصمام ثنائي من السلسيوم و الذي نرمز له ب D.

(1.1 هل D ثنائي قطب نشيط أو غير نشيط ؟ علل جوابك.

(2.1 عين قيمة التوتر $U_0$ و اعط اسمه.

(3.1 عين قيمة شدة التيار في الحالتين U = 0.5 V و U = 2.0 V و استنتج تصرف D في كل حالة.

2) نركب D في الدارة الكهربائية المثلة في الشكل (2) و التي تضم مولدا كهربائيا قوته الكهرمحركة E = 6 V ومقاومته الداخلية مهملة، وموصلا أوميا مقاومته R .

عند غلق الدارة تكون قيمة التوتر بين مربطي الموصل الاومي هي $U_2 = 4$ V.

(1.2 حدد $U_1$ التوتر بين مربطي D واستنتج I شدة التيار في الدارة.

(2.2 حدد المقاومة R.

(3.2 نفتح قاطع التيار ونعكس مربطي المولد ثم نغلق الدارة من جديد. حدد شدة التيار في الدارة واستنتج قيمتي التوترين بين مربطي D ومربطي الموصل الاومي .

moustamani@hotmail.com

## تمرين-19

نعتبر الدارة الكهربائية المثلة جانبه :

- G مولد ذو توتر مستمر قوته الكهرمحركة E و مقاومته الداخلية r .
- D صمام ثنائي من السيلسيوم مميزته مؤمثلة ( $U_S = 0.6$ V، $I_{max} = 1$ A ).
- $D_1$ موصل أومي مقاومته $R_1 = 42\ \Omega$.
- $D_2$ موصل أومي مقاومته $R_2$ قابلة للتغيير .
- A امبير متر مقاومته مهملة.

يمر في D تيار كهربائي شدته $I = 0.5$ A ، عندما يكون التوتر بين قطبي المولد $U = 9$ V.

1) عين القطب الموجب للمولد.
2) عند أي تدريجة تستقر إبرة الامبيرمتر، إذا كان العيار المستعمل هو 1A و الميناء يتكون من 100 تدريجة؟
3) أحسب :
1.3) التوتر $U_{NB}$ واستنتج شدة التيار $I_1$ المار في $D_1$ .
2.3) شدة التيار $I_2$ المار في $D_2$.
4) أوجد قيمة r علما أن $E = 9.5$ V.
5) نحذف من التركيب السابق الموصل الاومي $D_1$ . أوجد القيمة الدنوية لـ $R_2$ لتفادي اتلاف الصمام الثنائي D.

## تمرين-20

تمثل المنحنيات (1) و (2) و (3) أسفله ، المميزات ( شدة التيار - التوتر ) لثنائيات القطب التالية :عمود $D_1$ و صمام ثنائي زينر $D_2$ وموصل أومي $D_3$.

1) حدد ، من بين المميزات الثلاث، مميزة كل من $D_1$ و $D_2$ و $D_3$.
2) عين مقاومة الموصل الاومي وتوتر العتبة للصمام الثنائي زينر.
3) نوصل مربطي العمود بمربطي الموصل الاومي.
1.3) ارسم تبيانة للدارة المحصل عليها.
2.3) أوجد إحداثيي نقطة اشتغال الدارة.
3.3) نركب مقياسا للتوتر على التوازي مع المولد. عيار مقياس التوتر هو 5 V و يحتوي ميناؤه على 30 تدريجة. حدد عدد التدريجات الذي تشير اليه الإبرة.

moustamani@hotmail.com

## تمرين-21

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (1) من :

- مولد كهربائي G قوته الكهرمحركة $E = 6\ V$ ومقاومته الداخلية $r = 2\ \Omega$ ،
- موصل أومي $D_1$ مقاومته $R_1$ و موصل أومي $D_2$ مقاومته $R_2 = 3.7\ \Omega$.
- صمام ثنائي $D'_2$ مميزته المؤشلة مبينة في الشكل (2) .
- محلل كهربائي E يحتوي على محلول مائي (S) لهيدروكسيد الصوديوم،
- أمبيرمتر A مقاومته مهملة، ويحتوي ميناؤه على 100 تدريجة.
- فولطمترين $V_1$ و $V_2$ مقاومتاهما كبيرتان
- قاطعين للتيار $K_1$ و $K_2$.

1) الى أي قيمة يشير الفولطمتر $V_1$ عندما يكون $K_1$ و $K_2$ مفتوحين ؟ علل جوابك

2) نغلق $K_1$ و نبقى $K_2$ مفتوحا ، فيشير الفولطمتر $V_2$ الى 4.4 و الفولطمتر $V_1$ الى $5.2\ V$ ، أما الامبير متر فيشير الى $0.4\ A$.

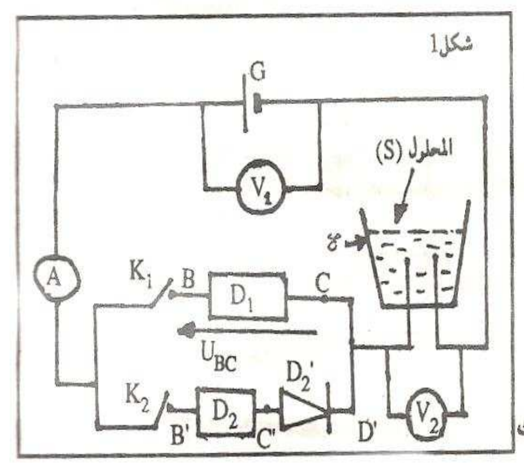
1.2) ما نوع حملة الشحنة الكهربائية في كل من الموصل الاومي $D_1$ و المحلول (S) ؟

2.2) حدد ، معلال جوابك، منحى انتقال حملة الشحنة في الموصل الاومي $D_1$

3.2) اوجد قيمة التوتر $U_{BC}$ ثم استنتج قيمة المقاومة $R_1$.

3) نفتح $K_1$ و نغلق $K_2$ ، فيشير الفولطمتر $V_2$ الى $3.5\ V$.

- في أي تدريجة تستقر إبرة الامبير متر ، علما أن العيار المستعمل هو $0.5\ A$ ؟




## تمرين-22

يعطي الشكل (1) المميزة الخارجية للموصل أومي D مقاومته R مكافئ لتجميع موصلين أوميين $D_1$ ذي مقاومة $R_1$ و $D_2$ ذي مقاومة $R_2 = 4\ R_1$ مركبين على التوالي.

1.1) أرسم تبيانة التركيب التجريبي الذي يمكن من تخطيط هذه المميزة.

2.1) عين مبيانيا المقاومة R ، استنتج $R_1$ و $R_2$.

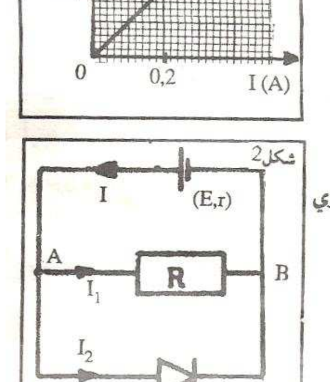
3.1) أحسب التوتر $U_2$ بين مربطي $D_2$ عندما يكون التوتر بين مربطي D هو : $U = 6\ V$

2) نركب الموصل الأومي D في دارة كهربائية مع صمام ثنائي من السليسيوم توتر عتبته، $U_S = 0.8\ V$ و مولد قوته الكهرمحركة $E = 1.5\ V$ ومقاومته الداخلية $r = 1\ \Omega$ • نقيس بواسطة فولطمتر، يحتوي ميناؤه على 150 تدريجة ، التوتر بين A و B عند اغلاق الدارة فنجد $U_{AB} = 1\ V$.

1.2) علما أن الفولطمتر يحتوي على العيارين $C = 3\ V$ و $C = 30\ V$ ، حد العيار الانسب لقياس التوتر $U_{AB} = 1V$.

2.2) أوجد شدتي التيارين I و $I_1$ واستنتج $I_2$ شدة التيار المار في الصمام الثنائي

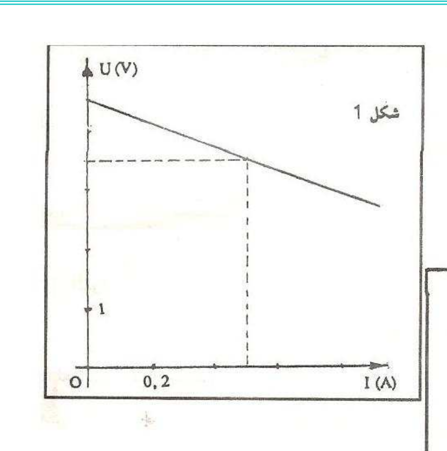
3) نعكس قطبي المولد، أوجد بدلالة r و R و E ، تعبير التوتر الجديد $U'_{AB}$ بين مربطي الصمام الثنائي.





moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين-23




يمثل المنحنى (شكل 1) مميزة عمود كهربائي (G)

1) أوجد مبينا قيمة القوة الكهرمحركة E للعمود و قيمة مقاومته الداخلية r

2) تتكون دارة كهربائية ( شكل 2 ) من :

- العمود السابق

- موصلات أومية $(D_1)$ ، $(D_2)$ ، $(D_3)$ مقاوماتها على التوالي :

$R_3 = 12\ \Omega$ ; $R_2 = 6\ \Omega$ ; $R_1 = 4\ \Omega$

- صمام ثنائي (Δ) من السيليسيوم ذي مميزة مؤمثلة، توتر عتبته $U_S = 0{,}6\ V$

1.2 ) أحسب المقاومة R لثنائي القطب المكافئ للموصلات الأومية $(D_1)$ ، $(D_2)$ و $(D_3)$ في التركيب .

2.2) أعط تعبير الشدة I للتيار الرئيسي


المار في الدارة ، بدلالة : E و $U_S$ و R و r

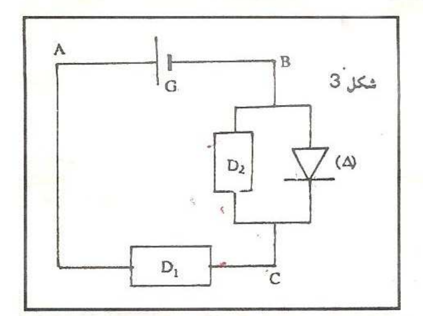
احسب قيمة I

3.2) استنتج شدة كل من التيارين المارين في$(D_2)$ و $(D_3)$ .

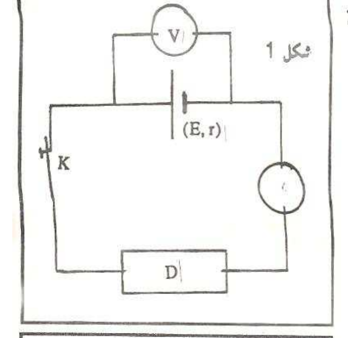
3) تتكون دارة كهربائية ( شكل 3 ) من العناصر السابقة باستثناء الموصل الأومي$(D_3)$.

1.3) أوجد الشدة 'I للتيار الرئيسي المار في هذه الدارة

2.3) أحسب قيمة التوتر $U_{BC}$ بين مربطي الصمام الثنائي(Δ)




## تمرين-24




1) لتعيين القوة الكهرمحركة E و المقاومة الداخلية r لمولد كهربائي ، ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (1) .

(D) موصل أومي مقاومته R قابلة للتغيير.

. عند فتح قاطع التيار K ، يشير الفولطمتر (V) بين قطبي المولد إلى التوتر $U_0 = 9\ V$ .

. بعد إغلاق قاطع التيار K ، يشير الفولطمتر (V) بين قطبي المولد الى التوتر $U = 7.5\ V$ ، كما يشير الأمبير متر ( A ) الى شدة التيار $I = 0.75\ A$

1.1) أعط تعريف القوة الكهرمحركة E لمولد كهربائي.

2.1) عين قيمة E و استنتج قيمة r.

3.1) احسب قيمة المقاومة R للموصل الأومي (D) ، في هذه الحالة.

4.1) علما أن ميناء الأمبير متر (A) يتوفر على $n = 100$ تدريجة وإبرته تشير الى التدريجة $n' = 75$ حدد العيار C المستعمل.

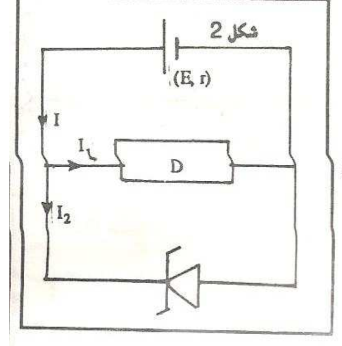
2) نزيل الأمبير متر و الفولطمتر وقاطع التيار K ونركب على التوازي مع الموصل الاومي (D) صماما ثنائيا زينر مميزته مؤمثلة ، بحيث يمر فيه التيار الكهربائي في المنحى المعاكس كما يوضح الشكل (2) .

توتر زينر للصمام الثنائي هو $U_Z = 6\ V$.

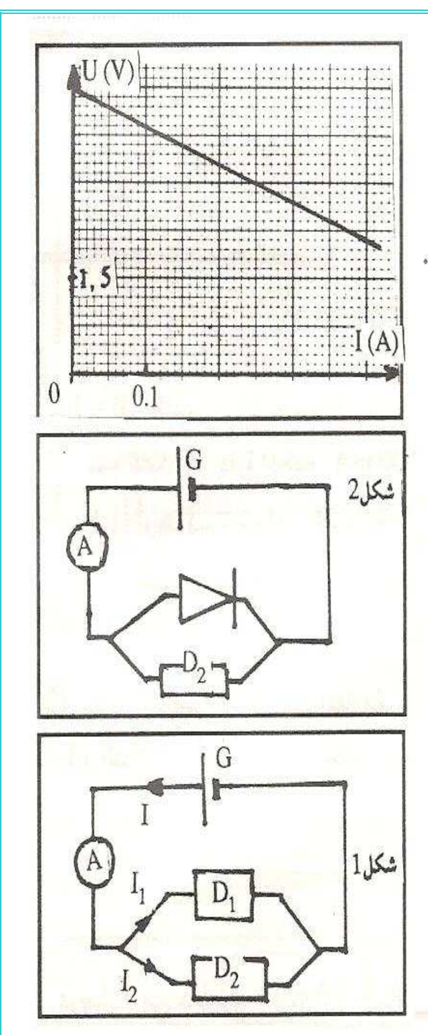
1.2) أعط تعبير شدة التيار $I_1$ بدلالة $U_Z$ و المقاومة R للموصل الأومي (D).

2.2) أوجد تعبير شدة التيار الرئيسي I بدلالة E و r و $U_Z$.

3.2) إبتداء من أية قيمة للمقاومة R يصبح الصمام الثنائي زينر مارا $(I_2 > 0)$ ؟



## تمرين-25




يمثل المنحنى أسفله مميزة عمود كهربائي G.

1.1) أرسم تبيانة التركيب التجريبي الذي يسمح بخط هذه المميزة.

2.1) حدد قيمة كل من القوة الكهرمحركة E و المقاومة الداخلية r للعمود.

2) نستعمل العمود G في التركيب التجريبي المبين على الشكل 1 حيث $D_1$ و $D_2$ موصلان أوميان مقاومتاهما على التوالي $R_1 = 12\ \Omega$ و $R_2 = 18\ \Omega$ و (A) أمبيرمتر ميناؤه يشتمل على 150 تدريجة ومستعمل في العيار 1,5 A.

1.2) أحسب المقاومة R لثنائي القطب المكافئ ل $D_1$ و $D_2$.

2.2) أحسب الشدات I و $I_1$ و $I_2$.

3.2) عند أية تدريجة تقف إبرة الأمبير متر ؟

3) نعوض الموصل الأومي $D_1$ بصمام ثنائي $D_2$ من السيليسيوم، مميزته مؤمثلة و توتر العتبة منعدم ( أنظر الشكل 2 ) . أحسب في هذه الحالة شدة التيار في كل فرع من الدارة.

moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

# حلول سلسلة مميزات بعض ثنائيات القطب النشيطة-نقطة الاشتغال(جزء1)

## تمرين-1

1.1) مبيانيا :

* تساوي E قيمة التوتر $U_{PNO}$ التي توافق شدة التيار المنعدمة.

نجد : $U_{PNO} = 12V$ أي: $\boxed{E = 12\ V}$ .

* تساوي r القيمة المطلقة للمعامل الموجه للمميزة الخطية :

$$r = \left|\frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}\right|$$

باعتبار النقطتين (2A ;4 V) و (0 ; 12 V)، نكتب: $r \approx \left|\frac{(4-12)\ V}{(2-0)\ A}\right|$

ومنه : $\boxed{R = 4\ \Omega}$

2.1) تعبير التوتر $U_{PN}$ : $U_{PN} = E - r\,I$ ، أي: $\boxed{U_{PN} = 12 - 4I\ (V)}$

1.2) شدة التيار المقاسة هي :

$$I = \frac{\text{عدد التدريجات x العيار المستعمل}}{\text{عدد التدريجات في الميناء}}$$

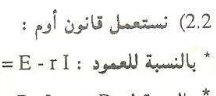
العيار المستعمل هو 0,3A

وحسب الشكل نرى أن :

عدد التدريجات في الميناء هو 30 .

عدد التدريجات الذي تستقر عنده الإبرة هو 20 .

إذن : $I = \frac{0.3 \times 20}{30}\ A$ . أي: $\boxed{I = 0,2\ A}$



2.2) نستعمل قانون أوم :

* بالنسبة للعمود : $U_{PN} = E - r\,I$ .

* بالنسبة لـ $D_1$ : $U_{PN} = R_1\,I$ .

نستنتج : $R_1\,I = E - r\,I$ و منه :

$$\boxed{R_1 = \frac{E - r\,I}{I}}$$

ت. ع ، نجد: $\boxed{R_1 = 56\ \Omega}$

1.3) المقاومة المكافئة لتجميع $D_1$ و $D_2$ على التوازي هي حيث : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ أي : $\boxed{R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$

عدديا نلاحظ أن $R_2 = R_1$ .ومنه : $R = \frac{R_1}{2}$

ت. ع ، نجد : $\boxed{R = 28\ \Omega}$

3.2) باستعمال قانون بويي،شدة التيار في الدارة الرئيسية هي :

$$\boxed{I = \frac{E}{R + r}}$$

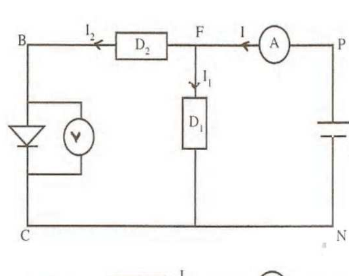
ت. ع ، نجد: $\boxed{I = 0.375\ A}$

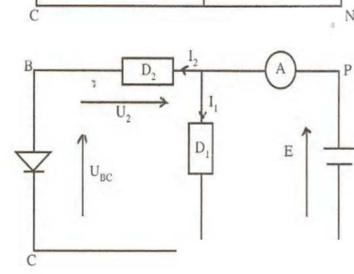
## تمرين-2

لحساب شدة التيار المار في الدارة نطبق قانون بويي

$I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2}$ تطبيق عددي : I=0,0665A

## تمرين-3




- التوتر $U_{BC}$ حسب العلاقة : $U_{BC} = \frac{n \times c}{n_0}$ نجد : $U_{BC} = \frac{45 \times 2}{100}$ $U_{BC} = 0,9V$

2- قيمة الشدة $I_2$ للتيار يمر عبر الصمام الثنائي .

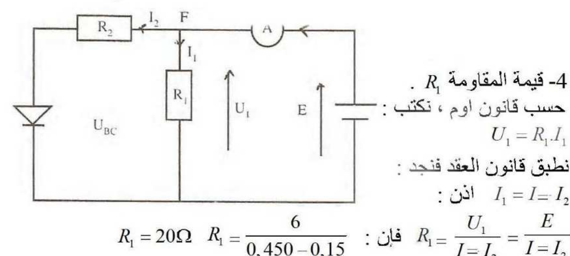
انطلاقا من مميزة الصمام الثنائي نجد مبيانيا قيمة الشدة $I_2$ علما ان $U_{BC} = 0,9V$ ، تساوي : $1,15A$

3- عبارة $I_2$.

نطبق قانون إضافية التوترات فنكتب: $E = U_2 + U_{BC}$ وحسب قانون أوم، لدينا $U_2 = R_2 . I_2$

اذن $E = R_2 . I_2 + U_{BC}$ وبالتالي فإن : $I_2 = \frac{E - U_{BC}}{R_2}$

ت عددي : $I_2 = \frac{6 - 0,9}{34}$ $I_2 = 0,15A$




4- قيمة المقاومة $R_1$ .

حسب قانون اوم ، نكتب :

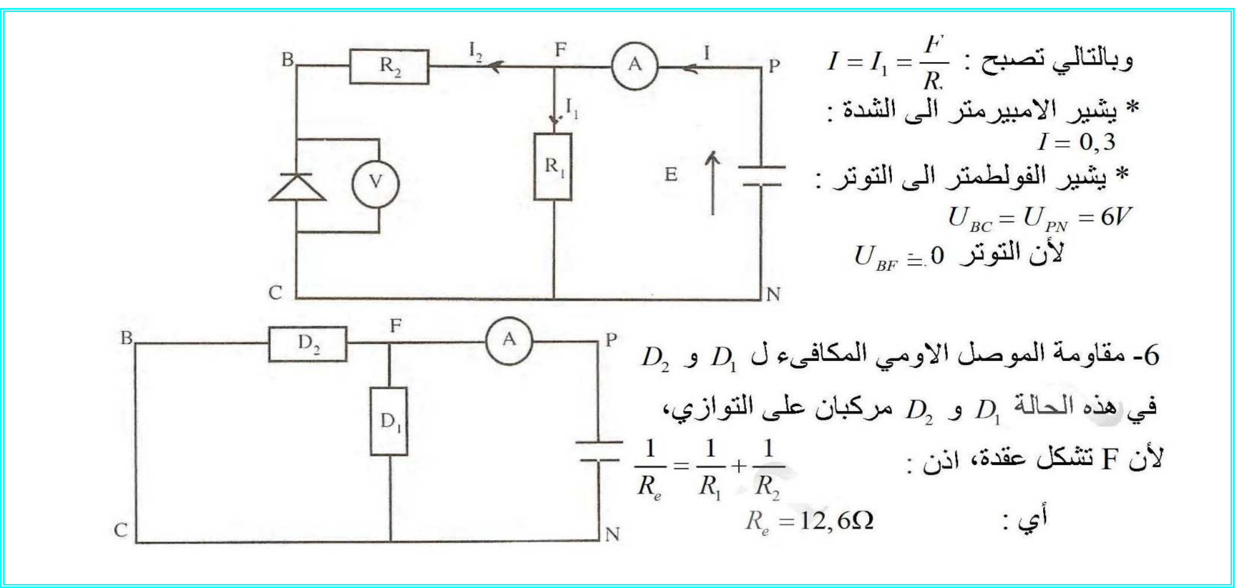
$U_1 = R_1 . I_1$

نطبق قانون العقد فنجد :

اذن : $I_1 = I - I_2$

فإن : $R_1 = \frac{U_1}{I - I_2} = \frac{E}{I - I_2}$ $R_1 = \frac{6}{0,450 - 0,15}$ $R_1 = 20\Omega$

5- عندما نعكس ربط للصمام الثنائي... نجد: $I_2 = 0$




وبالتالي تصبح : $I = I_1 = \frac{F}{R_1}$

* يشير الامبيرمتر الى الشدة : $I = 0,3$

* يشير الفولطمتر الى التوتر : $U_{BC} = U_{PN} = 6V$

لأن التوتر $U_{BF} \simeq 0$

6- مقاومة الموصل الاومي المكافيء ل $D_1$ و $D_2$

في هذه الحالة $D_1$ و $D_2$ مركبان على التوازي،

لأن F تشكل عقدة، اذن : $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

أي : $R_e = 12,6\Omega$

## تمرين-4

1) قياس شدة التيار هو :

$$I \approx \frac{\text{عدد التدريجات x العيار المستعمل}}{\text{عدد تدريجات الميناء}}$$

نجد : $I \approx \frac{1 \times 60}{100}\ A$ . أي: $I \approx 0,6\ A$

2) باستعمال قانون أوم بالنسبة للمولد نكتب $U_{PN} = E - rI$

ت. ع، نجد : $U_{PN} = 9.6\ V$

3) نلاحظ من خلال الشكل أن $D_2$ و $D_3$ و مركبان على التوالي،

فمقاومتهما المكافئة $R'_2 = R_2 + R_3$

- باستعمال قانون أوم نكتب :

* بالنسبة لـ $D_1$ : $U_{PN} = R_1 I_1$

* بالنسبة لتجميع $D_2$ و $D_3$ : $U_{PN} = (R_2 + R_3) I_2$

نستنتج : $R_1 I_1 = (R_2 + R_3) I_2$ حيث $R_2 = 2 R_1$ و $R_3 = 3 R_1$

أي: $R_1 I_1 = (2 R_1 + 3 R_1) I_2 = 5 R_1 I_2$

ومنه : $I_1 = 5 I_2$

4) باستعمال قانون العقد نكتب : $I = I_1 + I_2$ ومنه $I = 5 I_2 + I_2$

نستنتج : $I_2 = \frac{1}{6} I$ و $I_1 = \frac{5}{6} I$

ت، ع، نجد : $I_2 = 0.1\ A$ و $I_1 = 0.5\ A$

5) $R_1$ هي حيث $U_{PN} = R_1 I_1$ أي: $R_1 = \frac{U_{PN}}{I_1}$

ت، ع نجد : $R_1 = 19.2\ \Omega$

نستنتج: $R_2 = 2 R_1 = 38.4\ \Omega$ و $R_3 = 3 R_1 = 57.6\ \Omega$

6) الطريقة الأولى:

باستعمال قانون أوم، بالنسبة للموصل الأومي المكافئ لتجميع $D_1$ و $D_2$ و $D_3$ نكتب: $U_{PN} = R_e I$، ومنه : $R_e = \frac{U_{PN}}{I}$

ت، ع، نجد : $R_e = 16\ \Omega$

الطريقة الثانية :

$D_1$ مركب على التوازي مع تجميع $D_2$ و $D_3$ ذي المقاومة

$R'_2 = R_2 + R_3$

فالمقاومة المكافئة هي $R_e$ حيث $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R'_2}$ أي $R_e = \frac{R_1 R'_2}{R_1 + R'_2}$

ومنه : $R_e = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$

وباعتبار $R_2 = 2 R_1$ و $R_3 = 3 R_1$ نجد : $R_e = \frac{5}{6} R_1$

ت، ع، نجد : $R_e = 16\ \Omega$

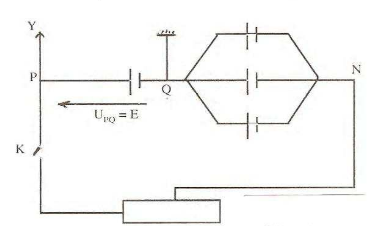
## تمرين-5

- المسافة d ومنحى انتقال الخط الضوئي على الشاشة.

$$d = \frac{U_{PQ}}{S_V} = \frac{E}{S_V}$$

$$d = \frac{3V}{2V.cm^{-1}} = 1,5cm$$

لدينا $U_{PQ} \rangle 0$ إذن منحى إنتقال الخط الضوئي على الشاشة يكون نحو الأعلى.



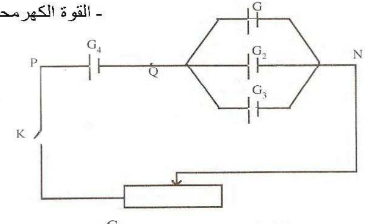

2- العمود المكافيء للاعمدة الثلاثة.

- القوة الكهرمحركة للعمود $G_0$ المكافيء للاعمدة الثلاثة $G_1$ و $G_2$ و $G_3$ المركبة على التوازي بين النقطتين Q و N هي : $E_0 = E = 3V$

- المقاومة الداخلية $r_0$ للعمود $G_0$ هي :

بما أن : $\frac{1}{r_0} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r}$

فإن : $r_0 = \frac{r}{3} + 0,5\Omega$




- القوة الكهرمحركة $E_e$ للعمود G بين النقطتين N و P ه

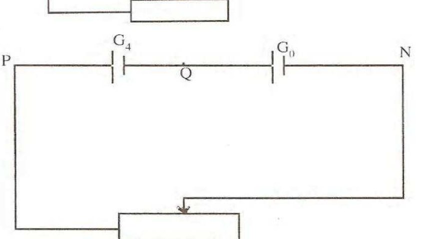
$$E_e = E + E_0$$

$$E_e = 3V + 3V = 6V$$

- المقاومة الداخلية $r_e$ للعمود G بين النقطتين N و P هي

$$r_e = r + r_0 = \frac{3}{4}r$$

ت.ع : $r_e = 2\Omega$



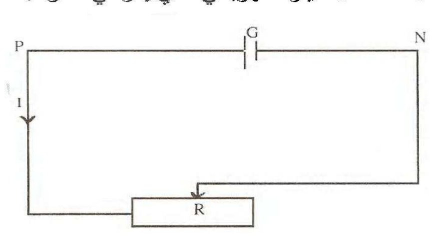

4- الشدة I للتيار الكهربائي الذي يمر في الدارة .

حسب قانون بويي، نكتب :

$$I = \frac{E_e}{r_e + R}$$

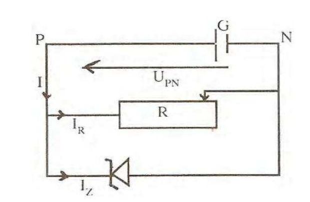
ت.ع : $I = 0,15A$

1-5- شدة التيار الكهربائي $I_Z$.




لدينا $U_{PN} = E_e - r_e I$

و: $U_{PN} - U_Z - RI_R$



وبتطبيق قانون العقد ، نكتب:

$$I_Z = I - I_R$$

اذن :
$$I_Z = \frac{E_{E-U_Z}}{R_e} - \frac{U_Z}{R}$$

5-2- المجال الذي يمكن ان نغير فيه المقاومة R للمعدلة ليكون الصمام الثنائي زينرمارا:

عندما يكون الصمام الثنائي زينرمارا ، فإن : $I_Z \rangle 0$

او
$$\frac{E_e U_Z}{r_e} - \frac{U_Z}{R} \rangle 0$$

إذن
$$R \rangle \frac{r_{e.}U_Z}{E_e - U_z}$$

لنحسب إذن قيمة
$$\frac{r_e.U_Z}{E_e - U_z}$$

نجد
$$\frac{r_e.U_Z}{E_e - U_z} = 10\Omega$$

اذن
$$R \in ]10\Omega; 50\Omega]$$

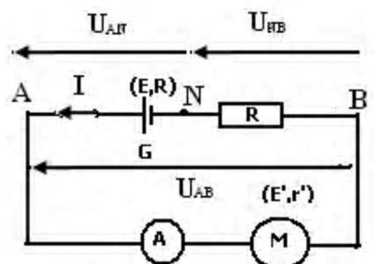
**تمرين-6**

1 ـ عندما نمنع المحرك عن الدوران تكون شدة التيار المار في الدارة هو : $I_0=1,6A$ نحسب المقاومة الداخلية للمولد

نطبق قانون بويي : $I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow R + r = \frac{E}{I}$ أي أن $r = \frac{E}{I} - R$

تطبيق عددي : $r = 2,5\Omega$

2 ـ عند اشتغال المحرك تصبح شدة التيار المار في الدارة : $I=1A$ حساب القوة الكهرمحركة المضادة :




نطبق قانون لإضافية التوترات :

$$U_{AB} = U_{AN} + U_{NB}$$

$$E' + r'I = E - rI + RI$$

$$E' = E - I(r + r' - R)$$

تطبيق عددي : $E'=13,5V$

$U_G=E-rI$ أي أن $U_G=11V$ و $U=R.I=5V$ و $U_M=E'+r'I=16V$

## تمرين-7

1.1) من خلال المنحنى نرى أن المميزة تمر من أصل المعلم.
فالموصل الأومي ثنائي قطب غير نشيط.

2.1) مبيانيا تساوي R ، مقاومة الموصل الأومي، المعامل الموجه لمميزته الخطية :

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

باعتبار النقطتين $(0;0)$ و $(0,2\ A ; 2,4\ V)$ نكتب :

$$R = \frac{(2,4 - 0)\ V}{(0,2 - 0)\ A} \quad \text{أي} \quad \boxed{R = 12\ \Omega}$$

1.2) باستعمال قانون بويي ، شدة التيار I المار في الدارة هي :

$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$ حيث r المقاومة الداخلية للمولد وهي مهملة $(r = 0)$

نكتب

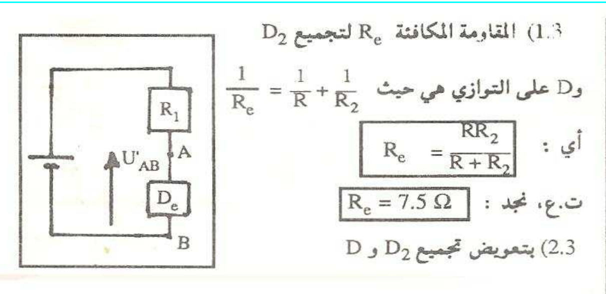
$$\boxed{I = \frac{E}{R_1 + R_2}}$$

2.2) باستعمال قانون أوم بالنسبة

لـ $D_2$ نكتب $U_{AB} = R_2 I$

باعتبار تعبير I نجد : $\boxed{U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E}$ (1)

ت.ع، نجد : $\boxed{U_{AB} = 4.8\ V}$



1.3) المقاومة المكافئة $R_e$ لتجميع $D_2$

و$D$ على التوازي هي حيث $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_2}$

أي : $\boxed{R_e = \frac{RR_2}{R + R_2}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{R_e = 7.5\ \Omega}$

2.3) بتعويض تجميع $D_2$ و D

بالموصل الأومي المكافئ؛ نحصل على التركيب أعلاه.
فهو مماثل لتركيب الشكل 2 حيث $D_e$ حل محل $D_2$ . و بالتالي فإننا نحصل على التعبير الجديد للتوتر بين A و B، انطلاقا من تعبيره السابق (1) بتعويض $R_2$ بـ $R_e$. نجد :

$$\boxed{U'_{AB} = \frac{Re}{R_1 + Re} E}$$

ت.ع : $\boxed{U'_{AB} = 3.6\ V}$ أهمية تركيب D ، مقاومته قابلة للتغيير تكمن في تغيير التوتر بين A و B .

## تمرين-8

1 ـ 1 $F(I_F=1A, U_F=10V)$

2ـ 1 ألطريقة الحسابية :

حسب قانون بويي : $I_F = \frac{E}{r + R_1 + R_2}$

حسب المميزتين فالنسبة لثنائي القطب AB وهو موصل أومي مكافئ ل $R_1$ و $R_2$ معامل التناسب لهذه الدالة $R_{eq} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{4}{0,4} = 10\Omega$

بالنسبة للمولد $E=12V$ والمقاومة الداخلية هي : $r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2}{1} = 2\Omega$

ومنه $I_F = \frac{12}{12} = 1A$ وبما أن $U_F=R_{eq}.I_F$ أي أن $U_F = 10V$

1 ـ 3 : حسب قانون لإضافية التوترات $U_{AC}=U_{AB}+U_{BC}$ و-$U_{AC}=U_{PN}=E$
$rI=10V$

$U_{AB}=U_1=2V$ نستنتج أن $U_2 = U_{BC} = U_{PN} - U_1 = 8V$

2 ـ تبيانة الدارة الكهربائية :

الصمام الثنائي يتصرف كقاطع التيار مفتوح أي أن $I=0$
و$U_{PN}=12V$ و التوتر $U_{AB}=0$ لأن ثنائي القطب AB يكافئ دارة مفتوحة

## تمرين-9

1- عتبة التوتر $U_S$

- القيمة الدنوية للتوتر U التي تبقى دونها شدة التيار منعدمة تسمى عتبة التوتر $U_S$ للصمام الثنائي.

- من مميزة الصمام الثنائي $D_3$ حسب نص التمرين نجد قيمة $U_S$: $U_S = 0,6v$

2- شدة التيار القصوية التي يمكن ان يتحملها $D_3$. من المميزة نستنتج : $I_{max} = 5mA$

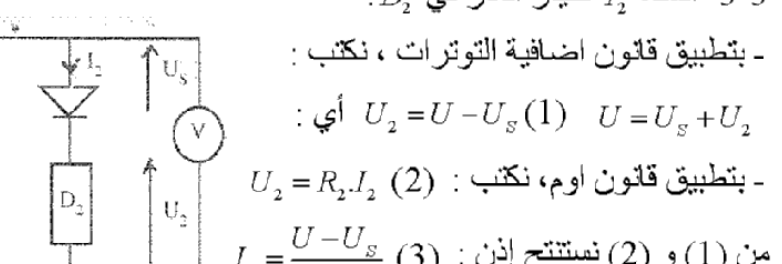
3-1- التوتر U الذي يقيسه الفولطمتر . $U = C.\frac{n}{n_0}$ ت.ع : $U = 5.\frac{114}{150} = 3,8v$

3-2- الارتياب المطلق و دقة القياس على U.

- الارتياب المطلق : $\Delta U = \frac{\text{الفئة x العيار المستعمل}}{100}$ $\Delta U = \frac{5\times 2}{100} = 0,1v$

- دقة القياس : $\frac{\Delta U}{U} = \frac{0,1}{3,8}$ $\frac{\Delta U}{U} = 2,6\%$

3-3- الشدة $I_2$ للتيار المار في $D_2$.




- بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$U = U_S + U_2$ $U_2 = U - U_S \ (1)$ أي :

- بتطبيق قانون اوم، نكتب : $U_2 = R_2.I_2 \ (2)$

من (1) و (2) نستنتج إذن : $I_2 = \frac{U - U_S}{R_2} \ (3)$

- من مميزة الصمام الثنائي $D_3$ حسب نص التمرين نجد قيمة $U_S = 0,6v$

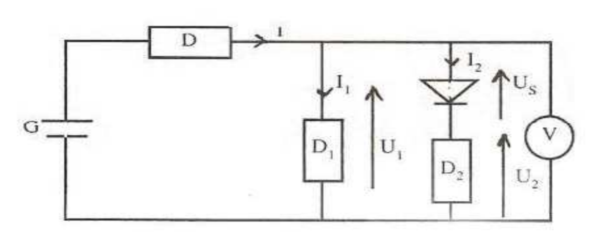
2- شدة التيار القصوية التي يمكن ان يتحملها $D_3$. من المميزة نستنتج : $I_{max} = 5mA$

3-1- التوتر U الذي يقيسه الفولطمتر . $U = C.\frac{n}{n_0}$ $U = 5.\frac{114}{150}$ $U = 3,8v$

3-2- الارتياب المطلق ودقة القياس

- الارتياب المطلق : $\Delta U = \frac{\text{الفئة x العيار المستعمل}}{100}$ ت.ع : $\Delta U = \frac{5\times 2}{100} = 0,1v$

- دقة القياس : $=2,6\%$ $\frac{\Delta U}{U} = \frac{0,1}{3,8}$



3-3- الشدة $I_2$ للتيار المار في $D_2$.

- بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

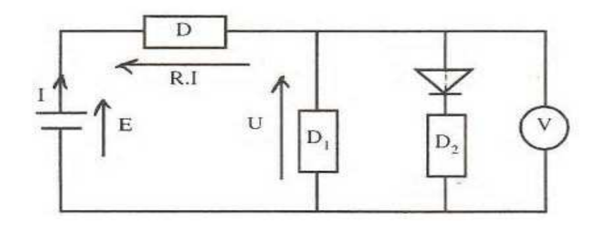
$$U_2 = U - U_S \ (1) \quad U = U_S + U_2$$

- بتطبيق قانون اوم، نكتب : $U_2 = R_2 I_2 \ (2)$

من (1) و (2) نستنتج إذن : $I_2 = \dfrac{U - U_S}{R_2} \ (3)$

ت.ع : $I_2 = \dfrac{3,8 - 0,6}{950}$ أي : $I_2 = 3,37.10^{3} A = 3,37 mA$

4-3- تعبير الشدة I للتيار المار في D .



لدينا $U = U_1 = R_1.I_1$ ومنه $I_1 = \dfrac{U}{R_1} \ (4)$

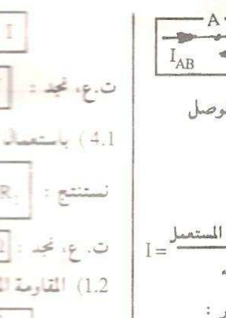
$$I_1 = \frac{U}{R_1} \ (4)$$

وبتطبيق قانون العقد ، نكتب: $I = I_1 \quad I_2$

من (3) و (4) نستنتج : $I = \dfrac{U}{R_1} \quad \dfrac{U - U_S}{R_2}$

$$I = U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad \frac{U_S}{R_2}$$

ت.ع : $I = 5,27.10^{3} A = 5,27 mA$



5-3- E القوة الكهرمحركة.

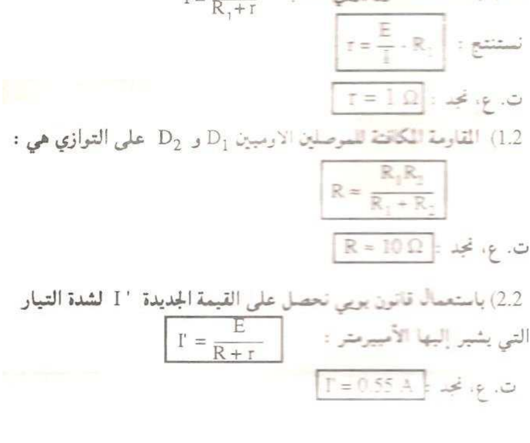
حسب قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$U = E - R.I$ أي : $E = U + R.I$

ت.ع : $E = 3,8 \quad 1000.5,27.10^{3}$

$$E = 9,1V$$

## تمرين-10



1.1) نص قانون أوم:

التوتر $U_{AB}$ بين مربطي موصل أومي يتناسب اطرادا مع شدة التيار، $I_{AB}$ ، المار عبر الموصل الأومي في المنحى من A نحو B.

- صيغة قانون أوم : $U_{AB} = R\, I_{AB}$

2.1) قياس شدة التيار هو $I = \dfrac{\text{عدد التدريجات x العيار المستعمل}}{\text{عدد تدريجات الميناء}} = \dfrac{C.n}{N}$

نستنتج عد التدريجات n الذي تستقر عنده إبرة الأمبير متر :

$$n = \frac{I.N}{C}$$

ت.ع، نجد : $n = \dfrac{0,4.\ 100}{0,5}$ أي $n = 80$

3.1) حسب الشكل يشير الفولتمتر الى التوتر بين مربطي الموصل الأومي.

فباستعمال قانون أوم نكتب :

$$U = R_1 I$$

ت.ع، نجد : $U = 5.6 V$

4.1) باستعمال قانون بويي نكتب : $I = \dfrac{E}{R_1 + r}$

نستنتج : $r = \dfrac{E}{I} - R_1$

ت. ع، نجد : $r = 1\ \Omega$

1.2) المقاومة المكافئة للموصلين الاومبين $D_1$ و $D_2$ على التوازي هي :

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

ت. ع، نجد : $R = 10\ \Omega$

2.2) باستعمال قانون بويي نحصل على القيمة الجديدة I ' لشدة التيار التي يشير إليها الأمبيرمتر : $I' = \dfrac{E}{R + r}$

ت. ع، نجد : $I' = 0.55 A$

## حلول سلسلة مميزات بعض ثنائيات القطب النشيطة-نقطة الاشتغال (جزء2)

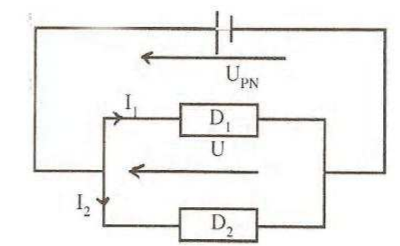
### تمرين-11

**1-1** مدلول التوتر $U_0$ بالنسبة للمولد: عندما يكون قاطع التيار مفتوحا التوتر الذي يشير إليه الفولطمتر ، يمثل القوة الكهرمحركة للعمود $U_0 = E = 9V$

1-2- التدريجة التي تتوقف عندها ابرة الفولطمتر. $n = n_0.\frac{U_0}{C}$ $n = 90$

2-1- عدد الالكترونات التي تجتاز مقطعا من $D_1$ . لدينا : $Q = N.e = I_1.\Delta t$

أي : $N = \frac{I_1.\Delta t}{e}$ ت.ع : $N = \frac{0,3.4}{1,6.10^{-19}}$ $N = 7,5.10^{18}$




2-2- حساب قيمة المقاومة $R_1$ . نعلم أن : $U_{PN} = U$ او $U_{PN} + R_1 I_1$

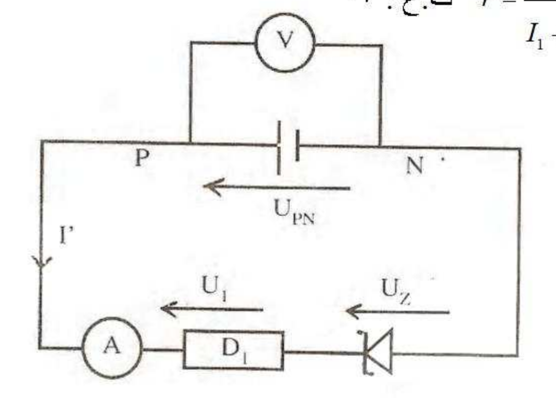
إذن : $R_1 = \frac{U_{PN}}{I_1}$ ت.ع : $R_1 = 22\Omega$

2-3- قيمة المقاومة الداخلية للمولد : لدينا $U_{PN} = E - rI$

إذن : $r = \frac{E - U_{PN}}{I}$

مع : $I = I_1 + I_2$ ومنه : $\frac{U_{PN}}{R_2} = \frac{U}{R_2} = I_2$ أي : $r = \frac{E - U_{PN}}{I_1 + \frac{U_{PN}}{R_2}}$ ت.ع : ∩

3-1- التركيب التجريبي .




3-2- قيمة التوتر بين مربطي الصمام.

بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$U_{PN} = U_1 + U_Z$ أي : $U_Z = U_{PN} - U_1$

مع $U_{PN} = E - rI'$ $U_1 = R_1.I'$

ومنه : $U_Z = E - rI' - R_1 I'$ يعني أن : $U_Z = E - I'(r + R_1)$ ت.ع : $U_Z = 6V$

$U_Z$ تمثل توتر زينر.

### تمرين-12

حساب الشدة I

R₁ و R₂ مركبين على التوازي : $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 4\Omega$

نطبق قانون بويي : $I = \frac{E}{r + R_{eq}} = 2A$

حساب I₁ و I₂

$U = R_1 I_1$ بحيث أن $U = E - rI = 8V$ ومنه فإن $I_1 = \frac{U}{R_1} = 0,67A$ و $I_2 = \frac{U}{R_2} = 1,33A$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-13

1.1) المميزة الممثلة في الوثيقة (A) غير تماثلية وغير خطية فهي للصمام الثنائي $D_2$.

– المميزة الممثلة في الوثيقة (B) تماثلية و خطية فهي للموصل الأومي $D_1$.

2.1) مبيانيا تساوي القاومة R مقلوب العامل الموجه للمميزة الخبطة ( شدة التيار ، توتر) : $R = \left(\frac{\Delta I}{\Delta U}\right)^{-1}$ أي : $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$

باعتبار النقطتين (0;0) و (4V; 0,4 A) ، نكتب :

$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(4-0)\,V}{(0,4-0)\,A}$$

ومنه : $\boxed{R = 10\,\Omega}$

– توتر العتبة يساوي قيمة التوتر التي انطلاقا منها يكون الصمام موصلا للتيار. مبيانيا نجد : $\boxed{U_S \approx 0.6\,V}$

1.2) توافق التدريجة التي تستقر عندها إبرة الأمبيرمتر عدد التدريجات n حيث : $I = \frac{C.n}{N}$ : C العيار المستعمل وN عدد تدريجات الميناء. نستنتج $\boxed{n = \frac{I.N}{C}}$ ت. ع، نجد : $\boxed{n = 20}$

2.2) مبيانيا : التوتر الموافق للشدة $I = 0.2\,A$ :

* بين مربطي $D_1$ : $\boxed{U_1 = 2V}$
* بين مربطي $D_2$ : $\boxed{U_2 = 0.8\,V}$

2.2) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{PN} = U_1 + U_2$$

باستعمال قانون أوم بالنسبة للمولد نكتب : $U_{PN} = E - rI$

نستنتج : $E - rI = U_1 + U_2$

ومنه : $\boxed{r = \frac{E - U_1 - U_2}{I}}$

ت، ع ، نجد : $\boxed{r = 1\,\Omega}$

3) عند عكس الصمام في الدارة يصير مركبا في المنحى الحاجز. شدة التيار عبر الدارة تكون منعدمة. فالتوتر بين مربطي المولد هو حيث

$$U_{PN} = E - rI$$

مع : $I = 0$ ، أي : $\boxed{U_{PN} = E = 3\,V}$

## تمرين-14

عند غلق قاطع التيار $K_1$ تكون عندنا دارة مكونة من مولد وموصل أومي نطبق قانون بويه

$$I = \frac{E}{3r} = 0,67A$$

عند غلق قاطع التيار $K_2$ سنحصل على نفس النتيجة .

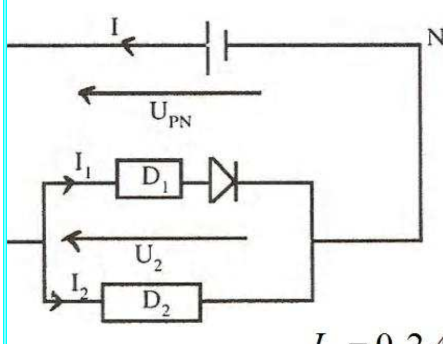
www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-15

1-1- تحديد n عدد التدريجات التي تشير اليها ابرة الامبيرمتر : $n = n_0 . \frac{1}{c}$ ت.ع : 50

1-2- حساب التوتر $U_{PN}$

$U_{PN} = E - rI$ ت.ع : $U_{PN} = 5V$

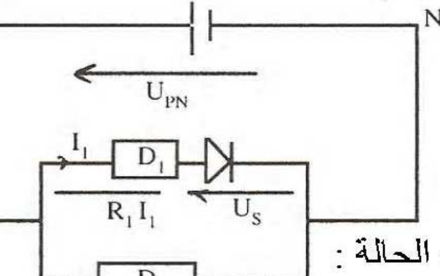



1-3- تعيين قيمة كل من $I_1$ و $I_2$.

$U_2 = U_{PN}$ $U_2 = R_2 . I_2$ أي : $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_{PN}}{R_2}$ $I_2 = 0,2A$

وبتطبيق قانون العقد ، نجد : $I_1 = I - I_2$ ت.ع : $I_1 = 0,3A$

1-4- قيمة المقاومة $R_1$ :




بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب

$U_{PN} = R_1 I_1 + U_S$

أي : $R_1 = \frac{U_{PN} - U_S}{I_1}$ ت.ع : $R_1 = 14\Omega$

2-1- تبيانة التركيب الكهربائي المحصل عليه في هذه الحالة :

2-2- تعبير $I'$ شدة التيار في الفرع الرئيسي :

لدينا: $U_{PN} = U_Z$

او : $E - rI' = U_Z$

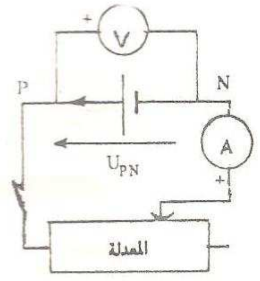
ومنه : $I' = \frac{E - U_Z}{r}$

ت.ع : $I' = 0,5A$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-16

1) لخط مميزة العمود نستعمل التركيب التجريبي جانبه :




- مبيانيا :

* تساوي E قيمة التوتر $U_{PN_0}$ التي توافق الشدة المنعدمة للتيار الكهربائي

K) مفتوح)، نجد: $U_{PN_0} \approx 4.5$ V

ومنه : $\boxed{E \approx 4.5\ V}$

* تساوي r القيمة المطلقة للمعامل الموجه للمميزة الخطية للعمود :

$r = \left|\frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}\right|$ ، وباعتبار النقطتين (0; 4,5 V) و (0,5 A; 4 V)

نكتب : $r \approx \left|\frac{(4 - 4,5)\ V}{(0,5 - 0)\ A}\right|$ نجد : $\boxed{r \approx 1\ \Omega}$

2) المعامل الموجه للمميزة الخطية للموصل الاومي بينF و B يمثل مقاومة هذا الاخير ، وهي المقاومة المكافئة لتجميع $R_1$ و $R_2$ على التوالي. نكتب $R_{12} = R_1 + R_2$ ، حيث

$R_1 = R_2 = R$ أي $R_{12} = 2\,R$

مبيانيا : $R_{12} = \left|\frac{\Delta U_{BF}}{\Delta I}\right|$

$= \frac{(8 - 0)V}{(2 - 0)\ A}$

نجد : $R_{12} = 4\ \Omega$

أي $2\,R = 4\ \Omega$

نستنتج : $\boxed{R = \frac{R_{12}}{2}}$ و بالتالي : $\boxed{R = 2\ \Omega}$

3) باستعمال قانون أوم بين B و C نكتب $\boxed{U_{BC} = R\,I}$

ت، ع، $I = 0.750$ A

نجد $\boxed{U_{BC} = 1.5\ V}$

- قياس $U_{BC}$ هو

$$U_{BC} = \frac{\text{عدد التدريجات x العيار المستعمل}}{\text{عدد تدريجات الميناء}}$$

نكتب : $U_{BC} = \frac{C.n}{n_T}$

نستنتج : $\boxed{n = \frac{U_{BC}.n_T}{C}}$

ت، ع، نجد : $\boxed{n = 15}$

4) $D_3$ و $D_4$ مركبان على التوازي . فالمقاومة المكافئة بين F و N هي $R_{34} = \frac{R_3\,R_4}{R_3 + R_4}$ حيث $R_3 = R_4 = R$ أي $R_{34} = \frac{R}{2}$

- باستعمال قانون بويي نكتب $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_{34} + r}$

أي : $I = \frac{E}{2\,R + \frac{R}{2} + r}$

أو $\boxed{I = \frac{2E}{5\,R + 2\,r}}$

5) لـ $D_3$ و $D_4$ نفس المقاومة ، إذن للتيارين المتفرعين عبر $D_3$ و $D_4$ نفس الشدة : $I_3 = I_4$

باستعمال قانون العقد نكتب $I = I_3 + I_4$

ومنه : $I = 2\,I_3$ وبالتالي $\boxed{I_3 = \frac{I}{2}}$

ت، ع نجد : $\boxed{I_3 = 0.375\ A}$

## تمرين-17

1- شدة التيار $I_1$ ودقة القياس : نعبر عن شدة التيار $I_1$ ب : $I_1 = C.\frac{n}{n_0}$ ت.ع : $I_1 = 0,6A$

نعبر عن دقة القياس ب : $\Delta I_1 = \frac{C \times \text{الفئة}}{100}$ $\Delta I_1 = \frac{1 \times 1,5}{100} = 1,5.10^{-2}\,A$

إذن دقة القياس هي : $\frac{\Delta I_1}{I_1} = \frac{1,5.10^{-2}}{0,6}$ ت.ع : $\frac{\Delta I_1}{I_1} = 2,5\%$

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

2- العقد الموجود في الدارة وحساب I .

هناك عقدتان : M و B لدينا : $R_1.I_1 = R_2.I_2$

وبما ان : $R_1 = R_2$ فإن $I_1 = I_2$

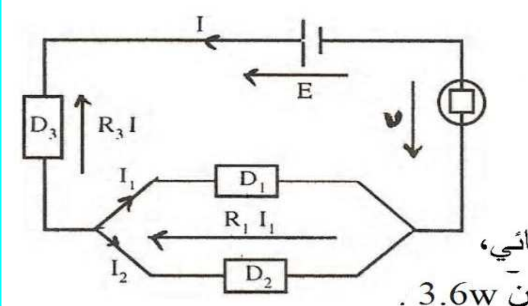
وحسب قانون العقد، نستنتج: $I = I_1 + I_2$

$I = 2I_1 = 1,2A$

3- المقاومة $R_e$ المكافئة لتجميع الموصلات الأومية $D_1$ و $D_2$ و $D_3$:

$R_e = R_3 + \frac{R_1.R_2}{R_1 + R2}$ ت.ع : $R_e = 10\Omega$

4- التوتر بين مربطي المصباح. $U = d.Sv$ ت.ع : $U = 1,5cm.2V.cm^{-1}$ $U = 3v$




5- E القوة الكهرمحركة للمولدG :

بتطبيق قانون اضافية التوترات ، نكتب :

$E = R_3I + R_1I_1 + U$ ت.ع : $E = 15V$

6- المصباح الذي استعمل في هذا التركيب :

المصباح الذي يجوز استعماله في هذا التركيب الكهربائي،
يجب ان تكون قيمة قدرته اكبر من $U \times I$ أي اكبر من 3.6w .
و يستجيب لهذا الشرط المصباح $L_2(3V;4,5W)$.

**تمرين-18**

1.1) المميزة تمر من أصل المعلم، إذن D ثنائي قطب غير نشيط

2.1) حسب المبيان $U_0 \approx 1\ V$

وهو التوتر الذي انطلاقا منه يكون التيار المار عبر الصمام الثنائي غير منعدم ، $U_0$ تمثل ، إذن ، توتر عتبة الصمام.

3.1) مبيانيا نجد :

* بالنسبة لـ $U = 0.5\ V$ ، $I = 0A$ ، الصمام غير موصل للتيار الكهربائي.

* بالنسبة لـ $U = 2.0\ V$ ، $I = 50\ mA$ ، الصمام موصل للتيار الكهربائي.

1.2) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب : $U_{PN} = U_2 + U_1$

باستعمال قانون أوم بالنسبة للمولد نكتب :

$U_{PN} = E - r\,I$

وباعتبار r مهملة نجد : $U_{PN} = E$ ومنه :

$E = U_2 + U_1$

وبالتالي : $U_1 = E - U_2$

ت، ع، نجد : $U_1 = 2\ V$

$U_1$ التوتر بين مربطي الصمام. باستعمال المميزة تكون شدة التيار الموافقة لـ $U_1 = 2\ V$ هي $I = 50\ mA = 0.05\ A$

2.2) باستعمال قانون أوم بالنسبة للموصل الأومي نكتب :

$U_2 = R\,I$ . ومنه : $R = \frac{U_2}{I}$

ت، ع، نجد : $R = 80\ \Omega$

3.2) عند عكس مربطي المولد يصير الصمام الثنائي مركبا في المنحى الحاجز، فالتيار عبر الدارة يكون منعدما : شدته منعدمة

$I = 0$

- باستعمال قانون أوم بالنسبة للموصل الأومي نكتب: $U_2 = RI$

ومنه : $U_2 = 0$

- باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب : $U_{PN} = U_2 + U_1$

$U_{PN} = -\ E$

ومنه : $U_1 = -\ E$ أي: $U_1 = -\ 6V$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-19

1) D موصل للتيار الكهربائي. فهو مركب في المنحى المار، أي يخرقه التيار من F نحو N . إذن F يشكل القطب الموجب المولد

2) توافق التدريجة التي تستقر عندها إبرة الأمبيرمتر العدد n حيث $I = \frac{C.\, n}{N}$ ، C العيار المستعمل و N عدد تدريجات الميناء .

نستنتج $\boxed{n = \frac{I.\, N}{C}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{n = 50}$

1.3) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{FE} = U_{FN} + U_{NB} + U_{BE}$$

حيث : $U_{FE} = U = 9\ V$ و $U_{FN} = U_S = 0.6\ V$ (مميزة الصمام مؤمثلة) نستنتج $U_{NB} = U_{FE} - U_{FN} - U_{BE}$

أي $\boxed{U_{NB} = U - U_S}$ (1)

ت.ع، نجد : $\boxed{U_{NB} = 8.4\ V}$

- باستعمال قانون أوم نكتب : $U_{NB} = R_1\, I_1$ ومنه $\boxed{I_1 = \frac{U_{NB}}{R_1}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{I_1 = 0.2\ A}$

2.3) باستعمال قانون العقد نكتب : $I = I_1 + I_2$ ومنه $\boxed{I_2 = I - I_1}$

ت.ع، نجد : $\boxed{I_2 = 0.3\ A}$

4) باستعمال قانون أوم بالنسبة للمولد نكتب : $U = E - r\, I$

ومنه : $\boxed{r = \frac{E - U}{I}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{r = 1\ \Omega}$

5) لتفادي إتلاف الصمام الثنائي يجب أن تبقى $I < I_{max} = 1\ A$

باستعمال قانون أوم بالنسبة لـ $D_2$ نكتب $U_{NB} = R_2\, I$

بالتعويض في العبارة (1) نجد : $R_2\, I = U - U_S$

حيث $U = E - r\, I$ أي $R_2\, I = E - r\, I - U_S$

ومنه $I = \frac{E - U_S}{R_2 + r}$

يصبح شرط عدم إتلاف الصمام : $\frac{E - U_S}{R_2 + r} < I_{max}$

أي $R_2 > \frac{E - U_S}{I_{max}} - r$

فالقيمة الدنوية لـ $R_2$ هي $\boxed{R_{2min} = \frac{E - U_S}{I_{max}} - r}$

ت.ع، نجد : $\boxed{R_{2min} = 7.9\ \Omega}$

## تمرين-20

1)1 $D_1$ عمود، فهو ثنائي قطب خطي نشيط. مميزته خطية لا تمر من أصل المعلم. المنحنى 2 يمثل هذه المميزة.

- $D_2$ صمام ثنائي زينر ، فهو ثنائي قطب غير خطي وغير تماثلي و غير نشيط . مميزته غير تماثلية و تمر من أصل المعلم . المنحنى3 يمثل هذه المميزة.

- $D_3$ موصل أومي ، فهو ثنائي قطب خطي غير نشيط. مميزته خطية وتمر من أصل المعلم . المنحنى 1 يمثل هذه المميزة

2) بينا مقاومة $D_3$ تساوي المعامل الموجه للمميزة : $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$

باعتبار النقطتين :(0; 0) و (0, 25 A ; 4 V) نكتب :

$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(4 - 0)\ V}{(0,25 - 0)\ A}$ ، ومنه $\boxed{R = 16\ \Omega}$ .

- توتر العتبة $U_S$ للصمام ثنائي زينر هي قيمة التوتر التي ، انطلاقا منها يكون الصمام موصلا في المنحى المار :

حسب المبيان نجد : $\boxed{U_S \approx 0{,}7\ V}$

1.3) تبيانة الدارة المحصل عليها :

2.3) لتحديد شدة التيار نستعمل قانون بويي :

$\boxed{I = \frac{E}{R + r}}$ حيث E القوة الكهرمحركة للعمود و r مقاومته الداخلية . نحددهما باستعمال المنحنى 2 .

نجد : $E = U\,(I = 0) = 5\ V$

و $r = \left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right| = \left|\frac{(4 - 5)\ V}{(0,25 - 0)\ A}\right| = 4\ \Omega$

ت، ع، نجد : $\boxed{I = 0.25\ A}$

- لتحديد التوتر نستعمل قانون أوم : $\boxed{U = R\, I}$

ت، ع، نجد : $\boxed{U = 4\ V}$

3.3) باستعمال مقياس التوتر نكتب :

$$I = \frac{\text{عدد التدريجات X العيار المستعمل}}{\text{عدد تدريجات الميناء}}$$

فعدد التدريجات الذي تشير إليه الإبرة هو n حيث $U = \frac{5 \times n}{30}\ V$

ي $4 = \frac{5 \times n}{30}$ ومنه : $n = \frac{4 \times 30}{5}$ أي $\boxed{n = 24}$

## تمرين-21

عندما يكون قاطعا التيار $K_1$ و $K_2$ مفتوحين تكون الدارة الرئيسية تضم المولد مفتوحة، التيار عبرها يكون منعدما ، و بالتالي فولطمتر $V_1$ يشير الى القوة الكهرمحركة E للمولد.

1) نوع حملة الشحنة الكهربائية :

عبر $D_1$ : الالكترونات الحرة

عبر (S) : الايونات الموجبة و السالبة

2) تنتقل الالكترونات في المنحى المعاكس للمنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي، أي من C نحو B عبر $D_1$

3) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{BD} = U_{BC} + U_{CD}$$

منه : $\boxed{U_{BC} = U_{BD} - U_{CD}}$

يشير $V_1$ الى $U_{BD} = 5.2\ V$ ويشير $V_2$ الى $U_{CD} = 4.0\ V$

نجد : $\boxed{U_{BC} = 1.2\ V}$

باستعمال قانون أوم نكتب : $U_{BC} = R_1 I$ ومنه : $\boxed{R_1 = \frac{U_{BC}}{I}}$

ت، ع، نجد : $\boxed{R_1 = 3\ \Omega}$

3) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{B'D} = U_{B'C'} + U_{C'D'} + U_{D'D}$$

حيث $U_{B'D} = E - r I'$ و $U_{B'C'} = R_2 I'$ و

$U_{C'D'} = U_S = 0.8\ V$ (مميزة مؤمثلة)

و $U_{D'D} = 3.5\ V$

ومنه : $E - r I' = R_2 I' + U_S + U_{D'D}$

وبالتالي : $\boxed{I' = \frac{E - U_S - U_{D'D}}{R_2 + r}}$

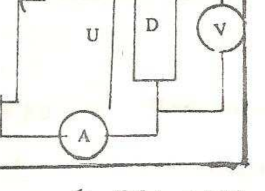
ت، ع، نجد : $\boxed{I' \approx 0.3\ A}$

فالتدريجة التي تستقر عندها الابرة توافق عدد التدريجات n حيث $\boxed{I' = \frac{C.\ n}{N}}$ C العيار المستعمل و N عدد تدريجات الميناء . ومنه

$\boxed{n = \frac{N.\ I'}{C}}$ نجد : $\boxed{n = 60}$

## تمرين-22

1.1) تبيناة التركيب التجريبي لخط المميزة :




2.1) مبيانيا تساوي R

المعامل الموجه للمميزة :

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

باعتبار النقطتين : (0; 0) و (0,3A . 1.5 V) نكتب :

$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(1,5 - 0)\ v}{(0,3 - 0)\ A}$ ومنه $\boxed{R = 5\ \Omega}$

- باعتبار التجميع على التوالي نكتب : $R = R_1 + R_2$ حيث

$R_2 = 4 R_1$ أي $R = 5 R_1$ ومنه $\boxed{R_1 = \frac{1}{5} R}$ و $\boxed{R_2 = \frac{4}{5} R}$

ت. ع ، نجد : $\boxed{R_1 = 1\ \Omega}$ و $\boxed{R_2 = 4\ \Omega}$

3.1) باستعمال قانون أوم نكتب :

* بالنسبة لـ D : $U = R I$

* بالنسبة لـ $D_2$ : $U_2 = R_2 I$

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R}$$

ومنه $U_2 = \frac{R_2}{R} U$

حيث : $\frac{R_2}{R} = \frac{4}{5}$ أي . $\boxed{U_2 = \frac{4}{5} U}$

ت.ع، نجد : $\boxed{U_2 = 4.8\ V}$

1.2) من بين العيارين، العيار الأنسب هو الذي يمكن من الحصول على أكبر انحراف للإبرة دون أن تتجاوز أقصى تدريجة. فالعيار الأنسب هو أصغر عيار أكبر من القيمة المقاسة. في هذه الحالة هو $C = 3\ V$ .

1.2) نلاحظ أن $U_{AB} > U_S$ . فالصمام الثنائي موصل للتيار الكهربائي($I_2 \neq 0$).

* باستعمال قانون العقد نكتب : $I = I_1 + I_2$ ومنه: $\boxed{I_2 = I - I_1}$

نحدد I و $I_1$ باستعمال قانون أوم

* بالنسبة لـ D نكتب : $U_{AB} = R I_1$ ومنه $\boxed{I_1 = \frac{U_{AB}}{R}}$

* بالنسبة للمولد نكتب : $U_{AB} = E - r I$ ومنه $\boxed{I = \frac{E - U_{AB}}{r}}$

ت.ع، نجد: $\boxed{I_1 = 0.2\ A}$ و $\boxed{I = 0.5\ A}$ و $\boxed{I_2 = 0.3\ A}$

3) عند عكس قطبي المولد يصبح الصمام الثنائي مركبا في المنحى الحاجز ($I'_2 = 0$) ، و بالتالي $I' = I'_1$

* باستعمال قانون بويي نكتب : $I' = \frac{E}{R + r}$

* باستعمال قانون أوم نكتب: $U'_{AB} = R I'$

و بالتالي : $\boxed{U'_{AB} = \frac{R}{R + r} E}$

ت. ع، نجد : $\boxed{U'_{AB} = 1.25\ V}$


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-23

1) القوة الكهرمحركة للعمود : $E = U_0$ مبيانيا أي $E \approx 4,5\ V$

– مقاومته الداخلية : $r = \left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|$

مبيانيا : $\frac{\Delta U}{\Delta I} \approx \frac{(2,5 - 4,5)\ V}{(1,0 - 0)\ A}$

ومنه : $r \approx 2\ \Omega$

1.2) $D_2$ و $D_3$ على التوازي . مقاومتها المكافئة : $R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$

$D_1$ على التوازي مع تجميع $D_2$ و $D_3$ . فالمقاومة لثنائي القطب المكافئ هي $R = R_{23} + R_1$ أي :

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

ت.ع، نجد : $R = 8\ \Omega$

2.2) باستعمال قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{AB} = U_{AE} + U_{EB}$$

حيث $U_{AB} = E - rI$ و $U_{AE} = U_S$ و $U_{EB} = RI$

ومنه : $E - rI = U_S + RI$ و بالتالي : $I = \frac{E - U_S}{R + r}$

ت. ع، نجد : $I \approx 0.39\ A$

3.2) باستعمال قانون أوم نكتب :

* بالنسبة لـ $(D_2)$ : $U_{CB} = R_2 I_2$
* بالنسبة لـ $(D_3)$ : $U_{CB} = R_3 I_3$

$R_2 I_2 = R_3 I_3$

ومنه $I_3 = \frac{R_2}{R_3} I_2$

– باستعمال قانون العقد نكتب : $I = I_2 + I_3$ و منه $I = I_2 + \frac{R_2}{R_3} I_2$

أي $I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I$ ، $I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I$

ت.ع، نجد : $I_2 \approx 0.26\ A$ ، $I_3 \approx 0.13\ A$

1.3) نلاحظ أن الصمام الثنائي مركب في المنحى الحاجز فالتيار عبره منعدم، فكأن بين B و C فرع واحد يضم $(D_2)$

باستعمال قانون بويي نكتب : $I' = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$

ت، ع، نجد : $I' = 0,375\ A$

2.3) باستعمال قانون أوم، بالنسبة لـ $D_2$ ، نكتب : $U_{CB} = R_2 I'$

وعلما أن : $U_{BC} = - U_{CB}$ ، نستنتج : $U_{BC} = - R_2 I'$

ت. ع، نجد : $U_{BC} = - 2.25\ V$

## تمرين-24

1.1) القوة الكهرمحركة E لمولد هي قيمة التوتر $U_0$ بين قطبيه عندما يكون التيار الكهربائي عبره منعدما $(I = 0)$ ، نكتب $E = U_0$

2.1) عندما يكون قاطع التيار K مفتوحا تكون $I = 0$ ،

و بالتالي $E = U_0$

أي : $E = 9\ V$

– K مغلق ، نكتب قانون أوم بالنسبة للمولد $U = E - rI$ ، ومنه :

$$r = \frac{E - U}{I}$$

ت، ع، نجد : $r = 2\ \Omega$

3.1) نكتب قانون أوم بالنسبة لـ (D) : $U = RI$، نستنتج : $R = \frac{U}{I}$

ت. ع، نجد : $R = 10\ \Omega$

4.1) عند قياس شدة التيار نكتب : $I = \frac{C.n'}{n}$ ، نستنتج : $C = \frac{n.I}{n'}$

ت. ع، نجد : $C = 1\ A$

1.2) الصمام مركب بين مربطي المولد في المنحى الحاجز. فعلما أنه يمرر للتيار الكهربائي و أن مميزته مؤمثلة فالتوتر بين مربطيه يبقى ثابتا :

$U_2 = U_Z$، وباعتبار (D) على التوازي مع الصمام فإن التوتر بين مربطيه هو $U_1 = U_Z$ ،

بتطبيق قانون أوم بالنسبة لـ (D) نكتب $U_1 = R I_1$، أي

$U_Z = R I_1$، ومنه ؛ $I_1 = \frac{U_Z}{R}$

2.2) بين مربطي المولد $U = U_Z$ ، فبتطبيق قانون أوم بالنسبة للمولد نكتب $U_Z = E - rI$، ومنه : $I = \frac{E - U_Z}{r}$

3.2) باستعمال قانون العقد نكتب : $I = I_1 + I_2$ ومنه $I_2 = I - I_1$

و بالتالي : $I_2 = \frac{E - U_Z}{r} - \frac{U_Z}{R}$

$I_2 > 0$ ، نستنتج : $\frac{E - U_Z}{r} - \frac{U_Z}{R} > 0$ أي: $\frac{E - U_Z}{r} > \frac{U_Z}{R}$

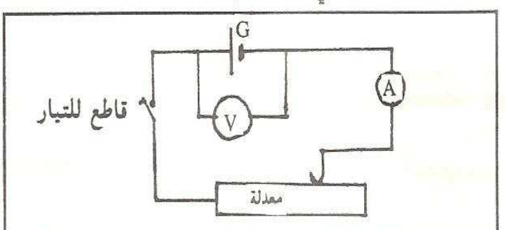
ومنه : $R > \frac{U_Z . Z}{E - U_Z}$

فالقيمة الدنوية لـ R هي : $R_{min} = \frac{U_Z . r}{E - U_Z}$

ت.ع، نجد : $R_{min} = 4\ \Omega$

## تمرين-25

1.1) تبيانة تركيب تجريبي لخط المميزة




2.1) مبيانيا :

* عند $I = 0$ ، نحصل على: $\boxed{E = 4.5\ V}$

* يمثل $(-r)$ المعامل الموجه للمنحنى. باعتبار نقطتين،

$(0; 4,5\ V)$ و $(0,35\ A ; 2,4V)$ مثلا ، نحصل على :

$r = -\frac{2,4 - 4,5}{0,35 - 0}$ أي : $\boxed{r \approx 6\ \Omega}$

1.2) $D_1$ و $D_2$ على التوازي. مقاومة الموصل الأومي المكافئ

لتجميعهما هي بحيث : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

نحصل على : $\boxed{R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$

ت.ع، نجد $\boxed{R = 7.2\ \Omega}$

2.2) باعتبار قانون بويي،

نكتب: $\boxed{I = \frac{E}{r + R}}$ : نجد $\boxed{I \approx 0,34\ A}$

باعتبار قانون أوم، نكتب :

$U = R.I = R_1.I_1 = R_2.I_2$

نستنتج : $\boxed{I_1 = \frac{R}{R_1} I}$ و $\boxed{I_2 = \frac{R}{R_2} I}$

ت.ع، نجد $\boxed{I_1 \approx 0,20\ A}$ و $\boxed{I_2 \approx 0,14\ A}$

3.2) يقيس الاميبرمتر الشدة I

لدينا: $I = \frac{\text{العيار} \times n\ \text{التدريجة}}{150}$

نستنتج : $\boxed{n = \frac{I}{\text{العيار}} \times 150 \approx 34}$

3) بما أن توتر العتبة للصمام الثنائي منعدم ومميزته مؤمثلة، فإن التوتر بين طرفيه، عندما يكون مارا ، يبقى منعدما.

$D_1$ و $D_2$ على التوازي ، يوجد بين مربطيهما نفس التوتر،أي $U = 0$

– باعتبار قانون أوم بالنسبة لـ $D_2$ ،

نكتب : $U = R_2.I_2 = 0$ و منه: $\boxed{I_2 = 0}$

– بالنسبة للمولد : $U = E - r\,I = 0$

نستنتج : $\boxed{I = \frac{E}{r}}$ ، عدديا : $\boxed{I \approx 0,75\ A}$

– بالنسبة للصمام الثنائي : $\boxed{I_1 = I \approx 0,75\ A}$

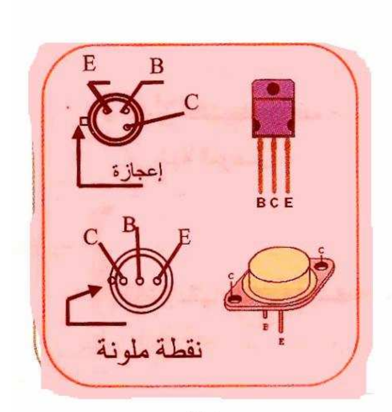

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# تراكيب الكترونية الترانزيستور

## 1-انشطة تجريبية

**الأهداف :**

- تحديد أقطاب الترانزيستور.
- إستقطاب الترانزيستور.



شكل-1

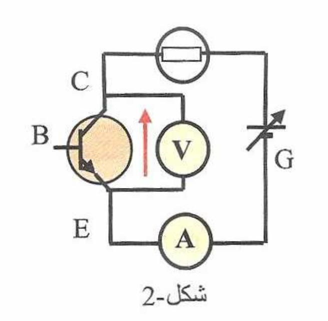
المناولة 1 : تعرُّف أقطاب الترانزيستور B,C,E

- باعتماد الوثيقة (الشكل-1).
- باستعمال جهاز متعدد القياسات خاص يمكن من التعرف على الأقطاب الثلاثة للترانزستور.

المناولة 2 : بعد التعرف على أقطاب الترانزيستور الذي تشتغل عليه، أنجز التركيب الممثل في الشكل-2، وقم بتغيير التوتر بين مربطي المولد.

- كيف يتغير التوتر $U_{CE}$ بين المجمع C و الباعث E ؟
- هل يشتعل المصباح؟ ما هي شدة التيار $I_C$ و $I_E$ ؟
- هل الترانزيستور مار أو متوقف في هذه الحالة ؟

احتياطات : انتبه إلى قيم التوترات المستعملة، ينبغي الرجوع إلى البطاقات التقنية الخاصة بنوع الترانزيستور المستعمل.

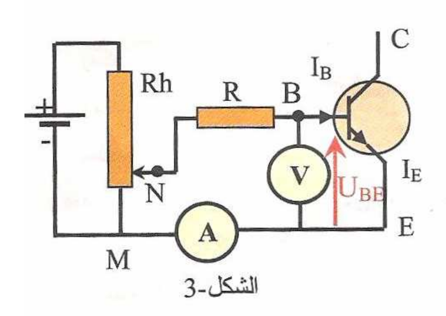


شكل-2

المناولة 3 : أنجز التركيب الممثل في الشكل-3 قم بتغيير وضْع زالقة المعدلة وسجل ، اعتمادا على كل من الأمبيرمتر و الفولطمتر ، قيمتَي $U_{BE}$ و $I_E = I_B$.

خط المنحنى $I_B = f(U_{BE})$.

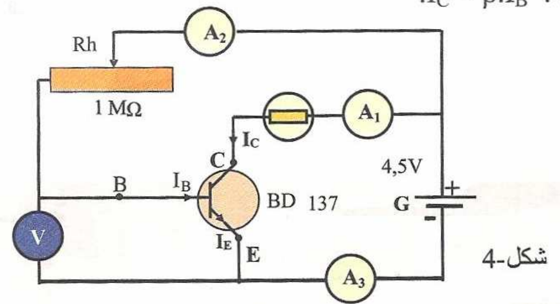
قارن المنحنى المتوصل إليه مع مميزة الصمام الثنائي، ماذا تستنتج ؟



الشكل-3

المناولة 4 : أنجز التركيب الممثل في الشكل-4.

- قم بتغيير وضْع زالقة المعدلة من اليمين إلى اليسار.
- دوِّن في جدول قيم شدة التيار $I_C$ في المجمع و $I_B$ في القاعدة و $I_E$ في الباعث عندما يكون الترانزستور مارا $U_{BE} > 0,6\ V$.
- تَحقق من العلاقة : $I_E = I_C + I_B$.
- خُطَّ المنحنيين $I_B = f(U_{BE})$ و $I_C = g(I_B)$
- بيِّن في حالة اشتغال الترانزستور في النظام الخطي أن شدة التيار المجمع $I_C$ تتناسب طردا مع $I_B$ ، أحسب مُعامل التناسب $\beta$ (معامل التضخيم) : $I_C = \beta.I_B$.



شكل-4


.moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## 2-تقديم الترانزيستور ذي وصلتين

### 1 تقديم الترانزستور ذي الوصلتين

#### 1.1 - التنشيط :

التنشيط هو إدخال كمية صغيرة جدا من ذرات دخيلة على بلور شبه موصل، قصد تغيير موصليته للكهرباء. وحسب طبيعة الذرات الدخيلة نحصل على نوعين من البلورات : بلورات منشّطة من طراز N وأخرى منشّطة من طراز P.

#### 2.1 - الترانزستور ذو الوصلتين :

الترانزستور مركبة إلكترونية (الشكل 5) تتكون من ثلاث بلورات شبه موصلة منشطة من طرازات مختلفة. ونميز نوعين من الترانزستورات ذات الوصلتين :

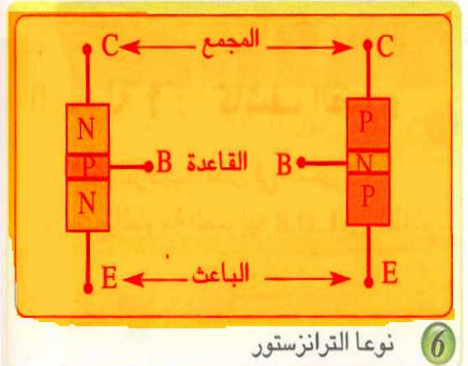
- الترانزستور NPN : يحتوي على منطقة منشطة من طراز P سمكها صغير جدا حوالي عُشر الميكرومتر، موجودة بين منطقتين منشطتين من طراز N مختلفتي التنشيط (الشكل 6).
- الترانزستور PNP : يحتوي على منطقة منشطة من طراز N تتوسط منطقتين P مختلفتي التنشيط (الشكل 6).

نسمي الوصلة المنطقة التي تفصل ين منطقتين مختلفتي التنشيط، فالترانزستور يحتوي إذن على وصلتين غير متماثلتين. يتوفر الترانزستور على ثلاثة مرابط موصولة داخليا بالمناطق المنشطة الثلاثة.

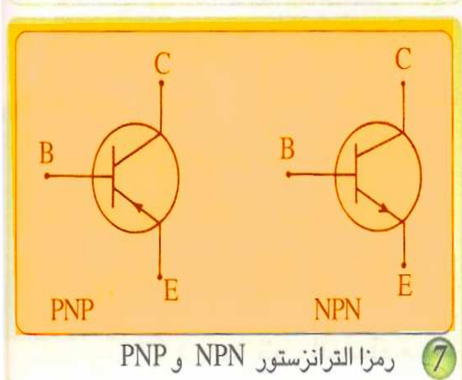
- الباعث E والمُجمع C والقاعدة B (الشكل 6).



5 نماذج من الترانزستورات



6 نوعا الترانزستور



7 رمزا الترانزستور NPN و PNP

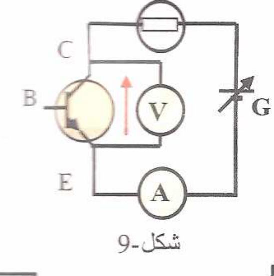
#### 3.1 - رمز الترانزستور :

يمثل الشكل 7 رمز الترانزستور، حيث يدل السهم في كل حالة على المنحى من P نحو N ($P \rightarrow N$) للوصلة بين القاعدة B والباعث E، وهو المنحى المار للتيار. بالنسبة للترانزستور NPN، وهو الأكثر استعمالا في الإلكترونيك، يدخل التيار الكهربائي من القاعدة B ومن المجمع C ويخرج من الباعث E، وحسب قانون العقد فإن : $I_E = I_B + I_C$

### 2 أنظمة اشتغال الترانزستور

.moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

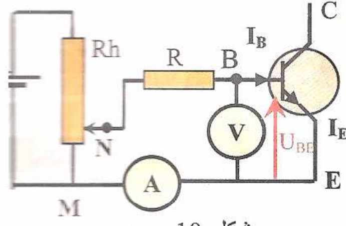
### 2.1 استعمال القطبين C و E :



شكل-9

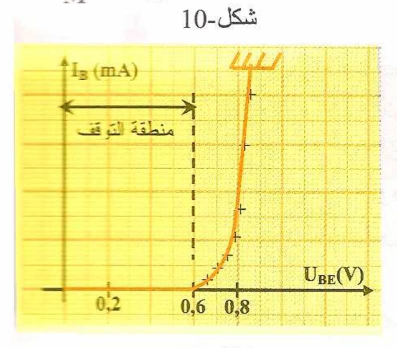
عند تطبيق توتر بين القطبين C و E (شكل-9) لا يمر أي تيار كهربائي في الترانزستور، نقول إن **الترانزستور متوقف**.

### 2.2 استعمال القطبين B و E :



شكل-10

عند تطبيق توتر بين القطبين B و E (شكل-10) لا يمر تيار كهربائي في الترانزستور، إلا عندما يتجاوز التوتر بين مربطي القاعدة والباعث $U_{BE}$ عتبة توتر $u_S$. عند تمثيل $I_B = f(U_{BE})$ نحصل على مميزة صمام ثنائي (شكل-11).



شكل-11

يتبين من خلال المنحنى $I_B=f(U_{BE})$ أن الوصلة BE للترانزستور تتصرف كصمام ثنائي، فهو يبقى حاجزا بالنسبة للتوترات $U_{BE}$ التي تقل عن عتبة التوتر $U_S = 0,6V$، ويعبره تيار كهربائي $I_B$ إذا كان $U_{BE} > U_S$

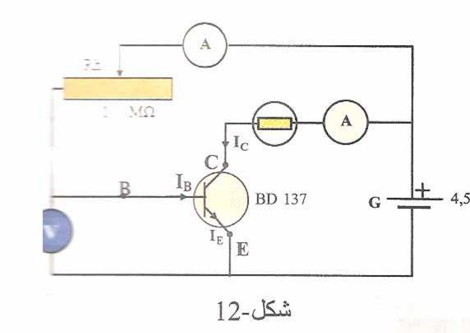
### 2.3 استعمال كل أقطاب الترانزستور:

- نحصل على جدول القياسات التالي :

نستعمل الأقطاب الثلاثة للترانزستور (دارة القاعدة + دارة المجمع ) ننجز التركيب التالي (شكل-12) :

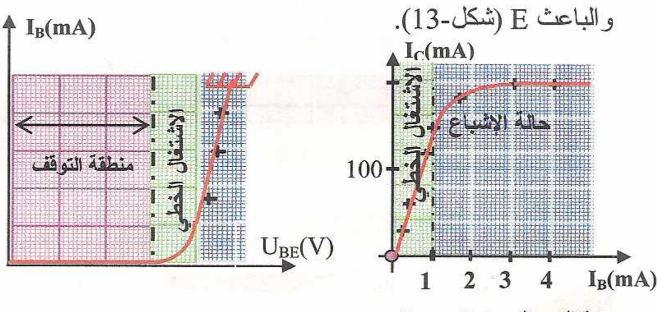
عند تغيير التوتر $U_{BE}$ يمر الترانزستور من 3 أنظمة:

| $U_{BE}$ (V) | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,81 | 0,82 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_B$ (mA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 1,7 | 3 | 4 |
| $I_C$ (mA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 60 | 120 | 150 | 197 | 200 | 200 |
| $\frac{I_C}{I_B}$ | — | — | — | — | 150 | 150 | 150 | 150 | 115,9 | 66,7 | 50 |
| أنظمة الاشتغال | | | | | | | | | | | |



شكل-12

- **حالة التوقف** :عندما يكون $U_{BE} < U_S$ يكون $I_B = 0$ و $I_C = 0$
يكون الترانزستور في هذه الحالة مكافئا لقاطع تيار مفتوح، بين المجمع C والباعث E.
- **حالة الاشتغال الخطي** : عندما يكون $U_{BE} > U_S$ تتزايد شدة التيار $I_C$ بتزايد شدة التيار $I_B$ بشكل اطرادي، يكون الترانزيستور في هذه الحالة مضخما $I_C = \beta . I_B$ (نسمي **$\beta$ معامل التضخيم**). دارة القاعدة، تتحكم في دارة المجمع، و تسمى هذه الظاهرة **مفعول الترانزيستور**.
- **حالة الإشباع** : عندما تصبح شدة التيار $I_C$ ثابتة حتى بالنسبة لقيم تزايدية $I_B$ نقول إن الترانزستور أصبح مشبعا. يكون في هذه الحالة التوتر بين المجمع و الباعث منعدما، على وجه التقريب، $U_{CE} \approx 0$، ويصبح الترانزيستور مكافئا لقاطع تيار مغلق بين المجمع C والباعث E (شكل-13).



**مميزة التحويل : $I_C = g(I_B)$**

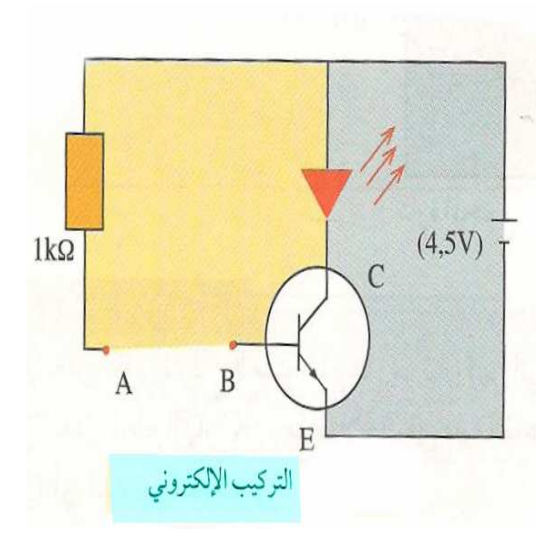
شكل-13

يلخص الجدول التالي مختلف أنظمة اشتغال الترانزستور

| | الترانزستور متوقف | النظام الخطي | نظام الإشباع |
|---|---|---|---|
| مجال تغير $U_{BE}$ | $0V \leq U_{BE} < 0,6V$ | $0,6V \leq U_{BE} \leq 0,8\ V$ | $U_{BE} > 0,8\ V$ |
| مجال تغير $U_{CE}$ | $U_{CE}$ = ثابتة<br>$U_{CE} > U_{BE}$ | $U_{CE}$ تتناقص<br>$U_{CE} > U_{BE}$ | $U_{CE} \approx 0$<br>$U_{CE} < U_{BE}$ |
| الشدتان $I_B$ و $I_c$ | $I_B = I_C = 0$ | $I_C = \beta I_B$<br>• $\beta$ معامل التضخيم للتيار<br>• الترانزستور مضخم للتيار | $I_C = I_{sat}$ = ثابتة<br>$I_{sat}$ شدة تيار الإشباع وهي أكبر قيمة للشدة $I_C$<br>$I_B \geq \frac{I_{sat}}{\beta}$ |
| تصرف الوصلة (BE) | صمام ثنائي حاجز | صمام ثنائي مار | صمام ثنائي مار |
| تصرف الوصلة (BC) | $U_{BC} = U_{BE} - U_{CE} < 0$<br>• الوصلة BC مستقطبة في المنحى المعاكس | $U_{BC} = U_{BE} - U_{CE} < 0$<br>• الوصلة BC مستقطبة في المنحى المعاكس<br>• مرور التيار الكهربائي في المنحى المعاكس ( مفعول الترانزستور) | $U_{BC} = U_{BE} - U_{CE} > 0$<br>• الوصلة BC مستقطبة في المنحى المار |

## 3 – تراكيب الكترونية تحتوي على الترانزيستور

### النشاط 2 بعض التطبيقات العملية للترانزستور



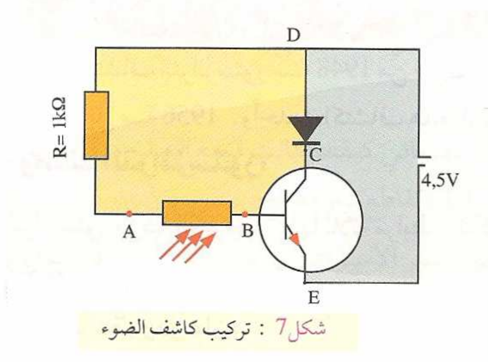
التركيب الإلكتروني

يهدف هذا النشاط إلى ربط الفيزياء المدروسة بالقسم بالفيزياء العملية من خلال بعض استعمالات المركبات الكهربائية و الإلكترونية المدروسة . لتحقيق هذا الهدف ننجز التركيب الإلكتروني الممثل في الشكل 6 ، حيث سيتم في كل تطبيق إدماج ثنائي قطب بين A و B .


.moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

**تطبيق 1:**

ندمج بين A و B مقاومة ضوئية (شكل 7) .



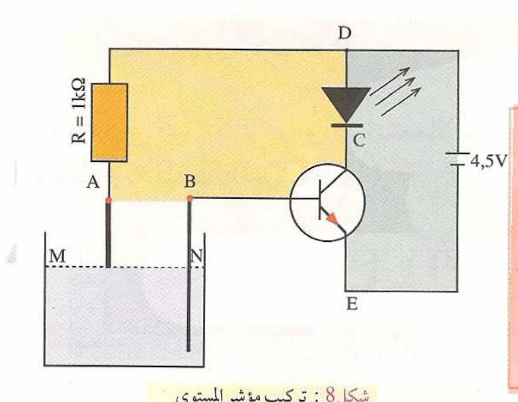
شكل 7 : تركيب كاشف الضوء

أسئلة للانجاز

1. نترك المقاومة الضوئية معرضة لضوء النهار ، ماذا تلاحظ ؟
2. نجعل المقاومة الضوئية في الظلام ، ماذا تلاحظ؟
3. نخرج المقاومة الضوئية من الظلام ونضيئها بمصباح ، ماذا تلاحظ ؟
4. اشرح مبدأ اشتغال هذا التركيب .
5. أعط بعض التطبيقات العملية لهذا التركيب في الحياة اليومية .

**تطبيق 2:**

ندمج بين A و B إلكترودين أحدهما مغمور في كمية من محلول كلورور الصوديوم الموجود في كأس والآخر يوجد على ارتفاع من السطح الحر لهذا المحلول (شكل 8) .



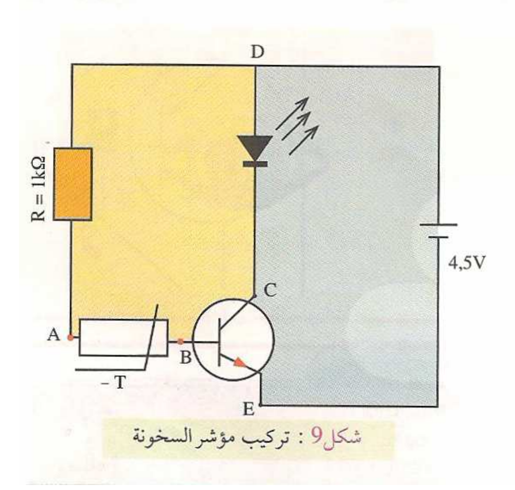
شكل 8 : تركيب مؤشر المستوى

أسئلة للانجاز

1. لماذا لايضيء الصمام المتألق كهربائيا ؟
2. نضيف تدريجيا محلول كلورور الصوديوم ، متى يضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا (D.E.L) ؟
3. اشرح مبدأ اشتغال هذا التركيب ، وأعط بعض تطبيقاته العملية في الحياة اليومية .

**تطبيق 3 :**

ندمج بين A و B مقاومة حرارية C.T.N (شكل 9) .



شكل 9 : تركيب مؤشر السخونة

أسئلة للانجاز

1. نترك المقاومة الحرارية C.T.N في درجة الحرارة العادية ، ماذا تلاحظ؟
2. نقرب لهبا من المقاومة الحرارية بضع ثوان ، ماذا تلاحظ ؟
3. اشرح مبدأ اشتغال هذا التركيب ، وأعط بعض تطبيقاته العملية في الحياة اليومية .

.moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## 4 - تراكيب إلكترونية تحتوي ترانزستورا:

**تطبيق 1 :** كاشف الضوء

في هذا التركيب ، عند إضاءة المقاومة الضوئية ، تصبح مقاومتها صغيرة جدا فتسمح بمرور تيار كهربائي في دارة القاعدة $(I_B \neq 0)$ و تيار كهربائي في دارة المجمع $(I_C \neq 0)$ فيضيء الصمام المتألق كهربائيا . عند وضع المقاومة الضوئية في الظلام تصبح مقاومتها كبيرة جدا فتحول دون مرور تيار في دارة القاعدة $(I_B = 0)$ ، ويكون الترانزستور متوقفا أي $I_C = 0$ فلا يضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا(D.E.L) .

يسمى هذا النوع من التراكيب الإلكترونية كاشف الضوء ، ومن بين تطبيقاته العملية جهاز الإنذار حيث يعوض الصمام المتألق كهربائيا بصفارة إنذار أوجهاز الإنارة الآلية في الإنارة العمومية .

**تطبيق 2:** مؤشر المستوى

عندما يكون السطح الحر لمحلول كلورور الصوديوم دون المستوى الأفقيMN تكون دارة القاعدة مفتوحة $(I_B = 0)$ فيكون الترانزستورمتوقفا $(I_C = 0)$ فلا يضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا .

عندما يصل السطح الحر لمحلول كلورور الصوديوم إلى المستوىMN يصبح الإلكترود الثاني مغمورا في المحلول فتغلق دارة القاعدة ويمر التيار في هذه الدارة $(I_B \neq 0)$ فيكون الترانزستورمارا$(I_C \neq 0)$ ، ويضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا .

يسمى هذا النوع من التراكيب الإلكترونية مؤشر المستوى لكونه يُمَكِّن من معرفة مستوى سائل(إلكتروليت) في إناء تتعذر فيه رؤية السائل ، مثل مستوى الماء في خزان سيارة ، ومستوى الزيت في خزان محرك السيارة ، ومستوى الوقود في خزان السيارة...

**تطبيق 3:** مؤشر السخونة

عند درجة الحرارة العادية تكون مقاومة المقاومة الحرارية C.T.Nكبيرة جدا فلا يمر أي تيار في دارة القاعدة $(I_B = 0)$ فيكون الترانزستورمتوقفا ولا يضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا .

عند ارتفاع درجة حرارة المقاومة الحرارية C.T.N تصبح مقاومتها صغيرة جدا فتسمح بمرور تيار في دارة القاعدة$(I_B \neq 0)$ ، فيضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا .

يسمى هذا النوع من التراكيب الإلكترونية مؤشر السخونة لكونه يمكن من الإنذار المبكر لارتفاع درجة حرارة سائل مثل الإشعار بسخونة ماء مبرد السيارة ، والإنذار بالحريق ...

تتكون التراكيب الإلكترونية المدروسة في النشاط 3 من ثلاثة أجزاء وظائفية هي :

- اللاقط أو جهاز التحكم : يتمثل في المقاومة الضوئية بالنسبة لكاشف الضوء ، و المقاومة الحرارية في مؤشر السخونة ، وكل من الإلكترودين والإلكتروليت في مؤشر المستوى .
- الجهاز الإلكتروني و تغذيته : يتمثل في الترانزستور و تغذيته .
- جهاز الاستعمال أو المخرج : يتمثل في الصمام الثنائي المتألق كهربائيا( D.E.L).ويمكن تغيير المخرج حسب الحاجة (صفارة الإنذار مثلا) .

.moustamani@hotmail.com
www.moustakim.c.la

## تمرين محلول

يتكون التركيب الإلكتروني المبين في الشكل جانبه من :

- مولد G قوته الكهرمحركة $E_0 = 12V$ ومقاومته الداخلية مهملة .
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط .
- صمام ثنائي متألق كهربائيا ، يضيء بشكل عادي عندما يمر فيه تيار كهربائي شدته $I_C$ تساوي على الأقل 100mA .
- موصل أومي للوقاية مقاومته $R_C$.
- ترانزستور NPN يشتغل في النظام الخطي حيث معامل تضخيمه للتيار $\beta = 150$ وله توتر $U_{BE} = 0,7V$ نعتبره ثابتا في هذا النظام .



1- أُذكر الأنظمة الثلاث لاشتغال ترانزستور NPN مبرزا خاصيات كل نظام .

2- أثبت العلاقة : $I_B = \frac{E_0 - U_{BE}}{R}$ حيث $I_B$ شدة تيار القاعدة .

3- نضبط R على القيمة $R = 11,3k\Omega$ . هل يضيء الصمام الثنائي المتألق كهربائيا ؟ علل إجابتك .



## حـــل التمرين

1- الأنظمة الثلاثة لاشتغال الترانزستور وخاصياتها .

| أنظمة الاشتغال | نظام التوقف | النظام الخطي | النظام المشبع |
| --- | --- | --- | --- |
| خاصيات الأنظمة | $I_B = I_C = 0$<br>$U_B < U_S$ و<br>$U_S$ : عتبة التوتر | $I_C = \beta . I_B$<br>$U_{BE} \geq U_S$<br>$U_{CE} > U_{BE}$ | $I_C = I_{C_{sat}} = cte$<br>$U_{CE} \approx 0$ |

2- حسب قانون إضافية التوترات : $U_{AE} = E_0 = U_{AB} + E_{BE}$

حسب قانون أوم : $U_{AB} = R.I_B$

أي $E_0 = R.I_B + U_{BE}$

ومنه $I_B = \frac{E_0 - U_{BE}}{R}$

3- علما أن الترانزستور يشتغل في النظام الخطي فإن :

$I_C = \beta\left(\frac{E_0 - U_{BE}}{R}\right)$

ت . ع :

$R = 11,3.10^3\Omega$ ; $b = 150$ ; $U_{BE} = 07V$ ; $E_0 = 12V$

$I_C = 0,15A = 150mA$

نلاحظ أن : $I_C > 100mA$ ، إذن الصمام الثنائي المتألق كهربائيا يضيء بشكل عادي .

# سلسلة الترانزيستور

## تمرين-1

نعتبر التركيب الممثل جانبه. عندما يشتغل الترانزستور في الحالة العادية، يكون معامل تضخيم التيار $\beta = 100$ و التوتر $U_{BE} = 0{,}7\ V$ ثابت. $R_C = 100\ \Omega$.

(1 شدة التيار في دارة المجمع $I_C = 30\ mA$ و الترانزستور يشتغل في الحالة العادية.

1.1) أوجد قيمة $U_{CE}$، التوتر بين الباعث و المجمع.

2.1) أحسب قيمة شدة التيار في دارة القاعدة.

3.1) إستنتج قيمة المقاومة $R_1$.

(2 نعوض الموصل الأومي ذي المقاومة $R_1$ بموصل أومي مقاومته $R_2 \approx 7{,}2\ K\Omega$.

حدد حالة اشتغال الترانزستور، علما أن شدة التيار في دارة القاعدة هي $I_{B2} = 0.5\ mA$.

## تمرين-2

نعتبر التركيب الممثل جانبه. تركيبا إلكترونيا يضم ترانزستور له تضخيم للتيار $\beta = 200$

و توتر العتبة للوصلة $(B - E)$ : $U_{BE0} = 0.6\ V$. نعطي:

$R_B = 1k\Omega$ و $R_C = 500\ \Omega$ و $R$ قابلة للضبط.

(1 أحسب شدة تيار الاشباع في دارة المجمع.

(2 نضبط R عند قيمة $R_1 = 13\ K\Omega$ فنحصل على $U_{BE} = 0.8\ V$.

(1.2 أوجد $I_B$ شدة التيار في القاعدة.

2.2) استنتج قيمة التوتر $U_{CE}$.

3) نضبط R عند القيمة $R_2$ التي توافق بداية حالة الاشباع. أحسب $R_2$ ، علما أن

$U_{BE} \approx 0{,}85\ V$.

## تمرين-3

في التركيب الممثل أسفله، يشتغل الترانزستور في النظام الخطي. التوتر $U_{BE} = 0.7\ V$ ثابت و $\beta = 50$ ومقاومة المرحل $R_C = 300\ \Omega$.

يغلق المرحل دارة الاستعمال عندما يمر في وشيعته تيار شدته أكبر من $I_e = 10\ mA$ ، ويفتحها عندما تكون شدة التيار أصغر من $I_d = 4\ mA$.

نعطي: $R_B = 560\ \Omega$ و $R$ قابلة للضبط.

(1 التوتر $U_{CE} = 0.9\ V$ و $R = R_1$.

1.1) بين أن المرحل يغلق دارة الاستعمال.

2.1) أحسب شدة تيار القاعدة.

3.1) استنتج قيمة $R_1$.

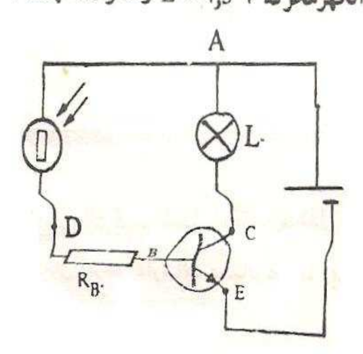
(2 قيمة R هي $R_2 = 50\ K\Omega$ و الترانزستور غير متوقف. بين أن المرحل يفتح دارة الاستعمال

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com



## تمرين-4

نعتبر التركيب المبين أسفله. عند الاشتغال العادي للترانزستور، يكون معامل تضخيم التيار $\beta = 100$
و التوتر $U_{BE} \approx 0.6\ V$. يضيئ المصباح L عندما يجتازه تيار شدته $I = 0.3\ A$ . للمقاومة الضوئية في الظلام، مقاومة $R_1 = 10^6\ \Omega$
و في الضوء مقاومة $R_2 = 300\ \Omega$. G مولد قوته الكهرمحركة $E \approx 4,5\ V$ ومقاومته مهملة.




1) المقاومة الضوئية في الضوء و المصباح مضئ:

1.1) أحسب شدة تيار دارة القاعدة.

2.1) استنتج قيمة $R_B$.

2) المقاومة الضوئية في الظلام، بين أن المصباح لا يضئ:

3) اقترح استعمالات ممكنة لهذا التركيب.

## تمرين-5

نعتبر التركيب المثل أسفله. خلال الاشتغال العادي للترانزستور، يكون معامل تضخيم التيار $\beta = 200$ و التوتر $U_{BE} = 0.6V$. يتطلب تشغيل المصباح L تيارا شدته $I = 0.2\ A$ . للمقاومة الحرارية، عند درجة الحرارة $\theta_1 = 20°C$ ، مقاومة $R_1 = 600\ \Omega$ وعند $\theta_2 = 60°C$ ، مقاومة $R_2 = 200\ \Omega$.

1) المقاومة الحرارية عند درجة الحرارة $\theta_1$ و المصباح مضئ:

1.1) أحسب شدة التيار في القاعدة.

2.1) أوجد $I_1$ ، شدة التيار في الموصل (AB).

3.1) استنتج قيمة R ، مقاومة الموصل الأومي (AB).

2) المقاومة الحرارية عند درجة الحرارة $\theta_2$.

1.2) بين أن الترانزستور متوقف.

2.2) اقترح بعض الاستعمالات الممكنة لهذا التركيب.


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# حلول سلسلة الترانزيستور

## تمرين-1

1) يكتب قانون إضافية التوترات في دارة المجمع :

$$E = U_{AC} + U_{CE}$$

يكتب قانون أوم ، بالنسبة للموصل الأومي (AC) :

$$U_{AC} = R_C . I_C$$

نحصل على : $E = R_C . I_C + U_{CE}$

نستنتج : $\boxed{U_{CE} = E - R_C . I_C}$

ت.ع . $I_C = 3.10^{-2}$ A ، نجد : $\boxed{U_{CE} = 1,5 \text{ V}}$

2) بما أن الترانزستور يشتغل في الحالة العادية ، نكتب :

$$I_C = \beta . I_{B1}$$

نحصل على $\boxed{I_{B1} = \frac{I_C}{\beta}}$ عدديا : $\boxed{I_{B1} = 3.10^{-4} \text{ A}}$

3) يكتب قانون إضافية التوترات بين A و E :

$$U_{AE} = U_{AB} - U_{BE}$$

لدينا : $U_{AE} = E$ و $U_{AB} = R_1 . I_{B1}$

نحصل على : $E = R_1 . I_{B1} + U_{BE}$

نستنتج : $\boxed{R_1 = \frac{E - U_{BE}}{I_{B1}}}$

ت، ع . نجد : $\boxed{R_1 = 10^4 \, \Omega}$

4) نلاحظ أن شدة التيار في دارة القاعدة قد زادت. إذن لايمكن للترانزستور أن يشتغل إلا في الحالة العادية أو أن يصير مشبعا.

نحدد القيمة القصوى $I_{Bmax}$، التي توافق بداية حالة الإشباع حيث :

$$U_{CE} = 0$$

* في دارة المجمع : $E = R_C . I_{Csat} + 0$

نحصل على : $I_{Csat} = 4,5 . 10^{-2}$ A

* الشدة القصوى $I_{Bmax}$ هي حيث : $(I_{csat}) = \frac{I_{csat}}{\beta}$ $I_{Bmax}$

نحصل على : $I_{Bmax} = 4,5 . 10^{-4}$ A

* $I_{Bmax} < I_{B2}$ إذن الترانزستور في حالة الإشباع .

## تمرين-2

1) يكتب قانون إضافية التوترات في دارة المجمع :

$$E = U_{AC} + U_{CE}$$

باعتبار قانون أوم نكتب : $U_{AC} = R_C . I_C$

عند الاشباع: $I_C = I_{Csat}$ و $U_{CE} = 0$

نحصل على: $E = R_C . I_{Csat}$

ومنه : $I_{CSAT} = \frac{E}{R_C}$ عدديا : $\boxed{I_{Csat} = 2.4 . 10^{-2} \text{ A}}$

1.2) باعتبار قانون العقد عند B ، نكتب : $I_B = I_1 - I_2$

لدينا : $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$ حيث : $U_{AB} = U_{AE} - U_{BE}$

أي : $U_{AB} = E - U_{BE}$ إذن : $I_1 = \frac{E - U_{BE}}{R_1}$

ولدينا : $U_{BE} = R_B . I_2$ أي $I_2 = \frac{U_{BE}}{R_B}$

نحصل على : $\boxed{I_B = \frac{E - U_{BE}}{R_2} - \frac{U_{BE}}{R_B}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{I_B \approx 6,2 . 10^{-5} \text{ A}}$

2.2) نفترض أن الترانزستور يشتغل في الحالة العادية .

إذن $I_C = \beta . I_B$ عدديا، نحصل على : $I_C \approx 1.2 . 10^{-2}$ A

$I_C < I_{Csat}$ ، افتراضنا إذن صحيح.

3) نكتب قانون اضافية التوترات في دارة المجمع :

$$E = R_C . I_C + U_{CE}$$

نحصل على : $\boxed{U_{CE} = E - R_C . I_C}$

ت. ع، نجد : $\boxed{U_{CE} \approx 6 \text{ V}}$

3) عند بداية حالة الاشباع، نكتب : $I_B = \frac{I_{csat}}{\beta}$

وانطلاقا من تعبير $I_B$ ، المحصل عليه في السؤال 1.2، وبتعويض $R_1$ بـ $R_2$ نكتب : $\frac{I_{csat}}{\beta} = \frac{E - U_{BE}}{R_2} - \frac{U_{BE}}{R_B}$

نحصل على : $R_2 = \frac{\beta . R_B (E - U_{BE})}{R_B . I_{csat} + \beta . U_{BE}}$

ت.ع، نجد : $\boxed{R_2 \approx 11500 \, \Omega}$

## تمرين-3

1.1) نحدد شدة التيار الذي يجتاز وشيعة المرحل، وهو تيار المجمع :

- يكتب قانون إضافية التوترات : $E = U_{AC} + U_{CE}$

- باعتبار قانون أوم ، نكتب : $U_{AC} = R_C \cdot I_C$

- نحصل على : $E = R_C \cdot I_C + U_{CE}$

نستنتج : $I_C = \dfrac{E - U_{CE}}{R_C}$

عدديا، نجد : $I_C = 1.2 . 10^{-2}$ A أو $I_C = 12$ mA

$I_C > I_e$ : المرحل إذن يغلق دارة الاستعمال.

2.1) $I_C \neq 0$ و $U_{CE} \neq 0$ : الترانزستور إذن يشتغل في الحالة العادية. نكتب $I_B = \dfrac{I_C}{\beta}$. عدديا ، نجد $I_B \approx 2,4 . 10^{-2}$ A

3.1) يكتب قانون إضافية التوترات في دارة القاعدة :

$$U_{AE} = E = U_{AD} + U_{DB} + U_{BE}$$

باعتبار قانون أوم ، نكتب :

$U_{AD} = R_1 . I_B$ و $U_{DB} = R_B . I_B$

نحصل على : $E = R_1 . I_B + R_B . I_B + U_{BE}$

نستنتج : $R_1 = \dfrac{E - U_{BE}}{I_B} - R_B$

ت.ع. $U_{BE} = 0.7$ V نجد $R_1 \approx 1,53 . 10^4\ \Omega$

2) نلاحظ أن قيمة R قد زادت $(R_2 > R_1)$ ، إذن قيمة $I_B$ نقصت.

الترانزستور غير متوقف. إذن لا يمكنه أن يشتغل إلا في النظام الخطي $(U_{BE} = 0,7\ V)$. يكتب قانون إضافية التوترات في دارة القاعدة :

$$E = R_2 . I_B + R_B . I_B + U_{BE}$$

نحصل على $I_B = \dfrac{E - U_{BE}}{R_2 + R_B}$

لدينا $I_C = \beta I_B$ أي $I_C = \beta \dfrac{E - U_{BE}}{R_2 + R_B}$

عدديا ، نحصل على $I_C \approx 3,7 . 10^{-3}$ A $\approx 3,7$ mA

$I_C < I_d$ المرحل يفتح دارة الاستعمال.

## تمرين-4

1.1) التيار المار عبر المصباح هو تيار المجمع . شدته :

$$I_C = I = 0.3\ A$$

إذا اعتبرنا اشتغال الترانزستور في النظام الخطي، نكتب : $I_B = \dfrac{I_C}{\beta}$

نجد $I_B = 3 . 10^{-2}$ A

2.1) يكتب قانون إضافية التوترات بين A و E :

$$U_{AE} = U_{AD} + U_{DB} + U_{BE}$$

باعتبار قانون أوم ، نكتب : $U_{AE} = E$ و $U_{AD} = R_2 . I_B$ و

$$U_{DB} = R_B . I_B$$

نحصل على: $E = R_B . I_B + R_2 . I_B + U_{BE}$

نستنتج : $R_B = \dfrac{E - U_{BE}}{I_B} - R_2$

ت، ع، نجد : $R_B = 1000\ \Omega$

2) بالنسبة للمقاومة الضوئية، تزداد مقاومتها عندما تكون في الظلام. وبالتالي فإن شدة التيار في دارة القاعدة تنقص. فيصير الترانزستور متوقفا أو يبقى في الحالة العادية.

* إذا كان الترانزستور متوقفا فإن $I_B = 0$ ، و بالتالي المصباح إذن يضيء.

* إذا كان الترانزستور في الحالة العادية : نكتب قانون إضافية التوترات بين A و E :

$$E = (R_B + R_1)\ I_B + U_{BE}$$

نستنتج : $I_B = \dfrac{E - U_{BE}}{R_B + R_1} \approx 4 . 10^{-6}$ A

وتكون شدة التيار في دارة المجمع، أي في المصباح،

$I_C = \beta . I_B = 4 . 10^{-4}$ A ، $I_C < I = 0.3$ A

إذن المصباح لا يضيء.

3) من الاستعمالات الممكنة للتركيب : كاشف الضوء.....




1.1) المصباح مضيء : $I_C = I = 0.2\,A$

وباعتبار اشتغال الترانزستور عاديا ،

نكتب : $I_B = \frac{I_C}{\beta}$ نجد : $I_B \approx 10^{-3}\,A$

2.1) يصل الى العقدة B التيار ذي الشدة $I_{AB} = I_1$ و ينطلق منها تياران : تيار القاعدة شدته $I_B$ و التيار المار في CTN ، شدته $I_2$.

يكتب قانون العقد : $I_1 = I_B + I_2$

نحصل على : $E = R.I_1 + U_{BE}$

نستنتج : $R = \frac{E - U_{BE}}{I_1}$

ت.ع. نجد : $R = 1950\,\Omega$

1.2) عند ارتفاع درجة حرارة CTN ، تنقص مقاومتها، إذن تزيد قيمة الشدة $I_2$ وتنقص قيمة $I_B$.

نستنتج أن الترانزستور لا يمكن أن يكون إلا متوقفا أو في الحالة العادية.

نفترض الترانزستور في الحالة العادية : $U_{BE} = 0.6\,V$

باعتبار قانون أوم بين B و E ، نكتب : $I_2 = \frac{U_{BE}}{R_1}$

نحصل على : $I_1 = I_B + \frac{U_{BE}}{R_1}$

ت.ع. نجد: $I_1 = 2.10^{-3}\,A$

3.1) نكتب قانون إضافية التوترات بين A و E :

$U_{AE} = U_{AB} + U_{BE}$

ويكتب قانون أوم : $U_{AE} = E$ و $U_{AB} = R.I_1$

باعتبار قانون أوم بين B و E نحصل على : $I_2 = \frac{U_{BE}}{R_2} = 3.10^{-3}A$

و بالنسبة للموصل الاومي (AB) : $I_1 = \frac{E - U_{BE}}{R} = 2.10^{-3}A$

نلاحظ أن $I_1 < I_2$ ، وهذا يعني أن تيار القاعدة يرد على العقدة B ، الامر الذي يتناقض ونوع الترانزستور. إذن افتراضنا الاول خاطئ. ونستنتج أن الترانزستور متوقف.

2.2) يمكن استعمال التركيب كمؤشر للبرودة ( ينذر بانخفاض درجة الحرارة ) .......

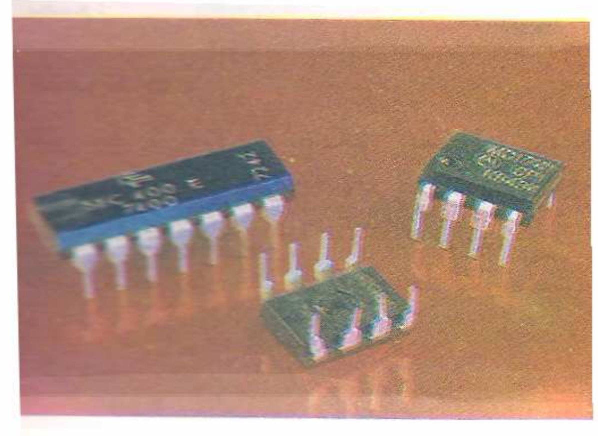
# المضخم العملياتي

تمكنت الإلكترونيك الحديثة من إنجاز دارات كهربائية معقدة تحتوي على الآلاف من الترانزستورات والموصلات الأومية والمكثفات. في حجم لايتعدى $1cm^3$ : إنها الدارات المتكاملة المعروفة التي من بينها نجد المضخم الخطي ذي الدارة المتكاملة الذي نسميه كذلك المضخم العملياتي (شكل 1) والذي كانت تطبيقاته الأولى القيام بعمليات رياضية.

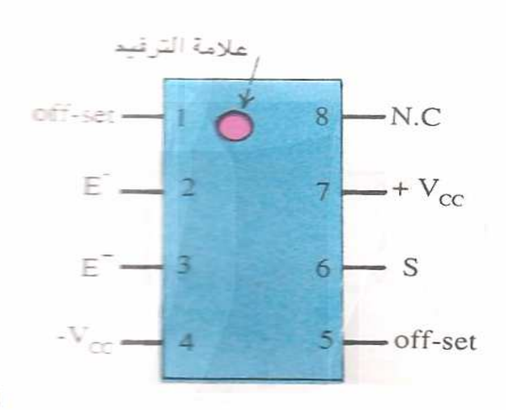
## 1- تقديم المضخم العملياتي

يتوفر المضخم العملياتي (AO) في الغالب على ثمانية مرابط تسمى الأرجل (شكل 2) :

- المربطان 1 و 5 (off-set) لن نستعملهما في تجاربنا حيث لا يصلحا إلا لضبط اشتغال المضخم العملياتي ،
- المربط 2 : يسمى المدخل العاكس $E^-$ ،
- المربط 3 : يسمى المدخل غير العاكس $E^+$ ،
- المربطان 4 و 7 يستعملان لتغذية المضخم العملياتي ،
- المربط 6 يسمى المخرج S ،
- المربط 8 يبقى غير مستعمل (غير مرتبط).

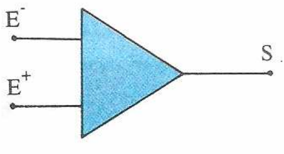


شكل 1 : بعض النماذج للمضخم العملياتي




شكل 2 : مرابط المضخم العملياتي

ويعطي الشكل 4 رمز المضخم العملياتي الأكثر انتشارا.




شكل 4 : رمز المضخم العملياتي

## 2- تغذية المضخم العملياتي (استقطاب المضخم)

تم تصميم المضخم العملياتي (A.O) لكي يُغَذّى بواسطة منبعين $G_1$ و $G_2$ للتوتر المستمر (شكل 5).


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

وتستعمل عادة $+V_{CC} = +15V$ و $-V_{CC} = -15V$ بالنسبة لنقطة مشتركة تُتَّخَذ مرجعا مشتركا للجهود أو هيكلا (و الهيكل هنا عبارة عن سلك من النحاس)

$$V_M = V_0 = 0$$



شكل 5 : تغذية المضخم

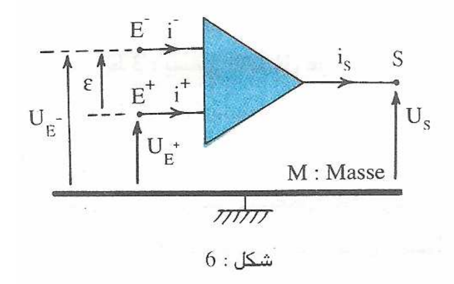
وهكذا تُحسب جميع التوترات بالنسبة للهيكل M (شكل 6) حيث :

$$U_S = V_S - V_M = V_S - 0 = V_S$$

$$U_{E^-} = V_{E^-} - V_M = V_{E^-} - 0 = V_{E^-}$$

$$U_{E^+} = V_{E^+} - V_M = V_{E^+}$$

نضع : $\varepsilon = U_{E^-E^+} = V_{E^-} - V_{E^+} = U_{E^-} - U_{E^+}$




شكل 6 :

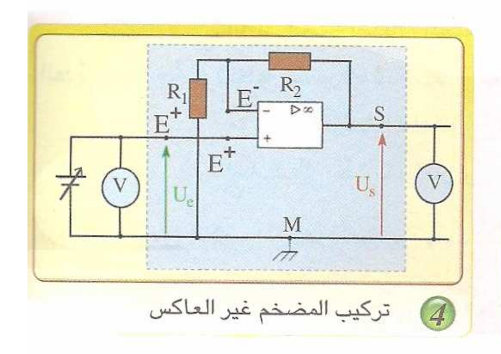
**ملحوظات :**

للتبسيط ، يمثل المضخم العملياتي في التبيانات بدون منبعي تغذيته $G_1$ $(+V_{CC})$ و $G_2$ $(-V_{CC})$ ، إلا أنه يجب أن لاننس وجودهما ، لأن عدم تمثيلهما قد يوحي لنا بتطبيق قانون العقد على المضخم العملياتي في تمثيله المبسط : $i_S = i^- + i^+$ وهذا غير صحيح.

## 2 ـ أنظمة اشتغال المضخم العملياتي :

### المناولة 1 :

- ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل جانبه.
- نغير توتر الدخول $U_e$ ، بواسطة مولد التوتر المستمر القابل للضبط بين القيم -2V و +2V ونقيس في كل مرة توتر الخروج $U_S$.




4 تركيب المضخم غير العاكس



ونحصل على النتائج التالية :

| $U_e$ (V) | -2 | -1,5 | -1,3 | -1,2 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,2 | 1,3 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_S$ (V) | -14,1 | -14,1 | -14,1 | -13,2 | -11 | -5,5 | 0 | 5,5 | 11 | 13,2 | 14,1 | 14,1 |

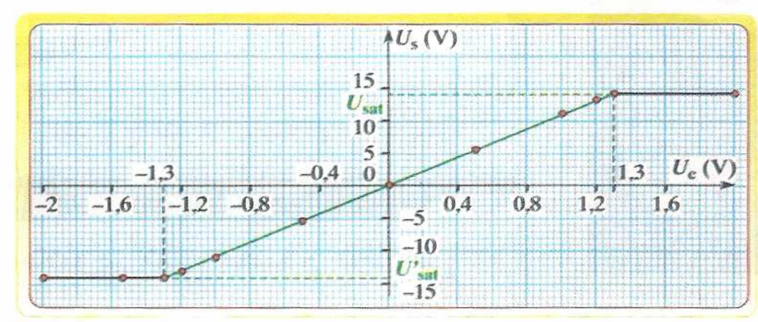
### استثمار :

1. خط المنحنى الممثل لتغيرات $U_S$ بدلالة $U_e$ ، والذي يُسمى مميزة التحويل للتركيب مضخم غير عاكس.
2. بيِّن أن هناك نظامين للاشتغال : نظام خطي ونظام إشباع ، ثم حدد حسب قيم $U_e$ المجال الذي يشتغل فيه المضخم العملياتي النظام الخطي.
3. نسمي النسبة $\frac{U_S}{U_e}$ معامل التضخيم ، ونرمز له بالحرف G. أُحسب G في النظام الخطي.
4. قارن G مع النسبة $\frac{R_1 + R_2}{R_1}$ .
5. في نظام الإشباع لا يتعدى توتر الخروج $U_S$ قيمة حدية $U_{sat}$ . عين $U_{sat}$ وقارنها مع $V^+$.
6. ما دور هذا التركيب ؟ اِقترح تطبيقا عمليا يوظف فيه هذا التركيب.


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## 1.2 ـ مميزة التحويل لتركيب مضخم غير عاكس :

من خلال المناولة ، نخط مميزة التحويل $U_S = f(U_e)$ ونحصل على المنحنى التالي :




## 2.2 ـ أنظمة اشتغال المضخم العملياتي :

يبرز منحنى مميزة التحويل وجود نظامين لاشتغال المضخم العملياتي في تركيب المضخم غير العاكس:

**النظام الخطي :**

بالنسبة لقيم مطلقة صغيرة لتوتر الدخول $U_e$ ، $(-1{,}3V \leq U_e \leq 1{,}3V)$

نلاحظ أن توتر الخروج $U_S$ دالة خطية بالنسبة لـ $U_e$ :

$$U_S = G.U_e$$

G : المعامل الموجه للجزء المستقيمي من المنحنى والمار من الأصل، أكبر من 1 $(G > 1)$ .

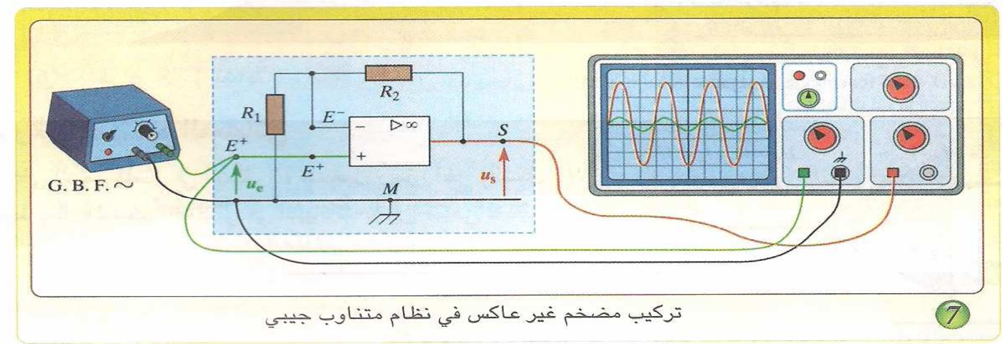
نسمي G معامل التضخيم . مثال: $G = 11$

**نظام الإشباع :**

بالنسبة لقيم مطلقة لتوتر الدخول $U_e$ أكبر من 1,3V، يأخذ توتر الخروج $U_S$ قيمة حدية $+U_{sat}$ أو $-U_{sat}$ ، فنقول إن المضخم العملياتي مشبع . نسمي $U_{sat}$ : **توتر الإشباع**. $U_{sat}$ أصغر بقليل من $V^+$ .

**ملحوظة :**

عند تعويض مولد التوتر المستمر في التركيب غير العاكس بمولد للتردد المنخفض(GBF) ،يزود الدارة بتوتر متناوب جيبي، وتركيب راسم التذبذب لمعاينة توتر الدخول $U_e$ وتوتر الخروج $U_S$ ، نحصل على التركيب التالي :



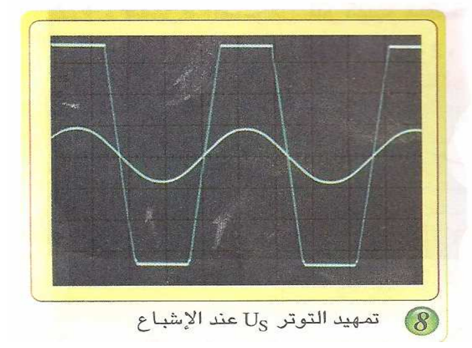

7 تركيب مضخم غير عاكس في نظام متناوب جيبي

في النظام الخطي : التوتر $U_S$ متناوب جيبي له نفس تردد $U_e$ . القيمة القصوى لتوتر الخروج أكبر من القيمة القصوى لتوتر الدخول: $U_{sm} > U_{em}$

معامل التضخيم G .

$$G = \frac{U_{sm}}{U_{em}} \approx 11$$

في نظام الإشباع : يصبح توتر الخروج مشوها، حيث نلاحظ تمهيد أجزائه العليا والسفلى (الشكل 8).



8 تمهيد التوتر $U_S$ عند الإشباع

# 4- بعض تطبيقات المضخم العملياتي

■ **المضخم العملياتي الكامل:**

لتبسيط الدراسة النظرية لاشتغال المضخم العملياتي في النظام الخطي نعتمد نموذج المضخم العملياتي الكامل الذي يتميز بالخاصيات التالية :

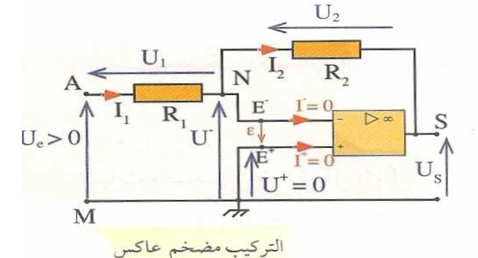
**خاصيات المضخم العملياتي الكامل**

- شدتا تياري الدخول منعدمتان : $I^+ = I^- = 0$ .
- في النظام الخطي $\varepsilon = 0$ .

**ملحوظة:** بالنسبة للمضخم العملياتي الكامل نعتبر عند الإشباع توتر الإشباع يساوي توتر التغذية $U_{sat} = U_{alim}$ .

## 1 - المضخم العاكس:

■ **الدراسة النظرية:**



التركيب مضخم عاكس

يبين الشكل 13 التركيب الإلكتروني المستعمل في النشاط 2حيث :

$U_{AM} = U_e$ ؛ $U_{SM} = U_S$ ؛ $\varepsilon = 0$ ؛ $U^+ = 0$ .

ولإثبات العلاقة بين $U_S$ و $U_e$ و $R_1$ و $R_2$ نطبق قوانين الكهرباء( قانون العقد – قانون إضافية التوترات – قانون أوم) وخاصيات المضخم العملياتي الكامل .

– بتطبيق قانون إضافية التوترات وقانون أوم بالنسبة لموصل أومي نجد : $U_e = U_1 + \varepsilon + U^+$ ومنه $U_e = U_1$ ومن ثم $U_e = R_1 I_1$

$U_s + U_2 = \varepsilon + U^+$ و $U_S = -U_2$ و $U_S = -R_2 I_2$

– بتطبيق قانون العقد في العقدة Nنكتب : $I_1 = I_2 + I^-$ ومنه $I_1 = I_2$

وبالتالي : $\frac{U_S}{U_e} = -\frac{R_2 I_2}{R_1 I_1}$ أي $\frac{U_S}{U_e} = -\frac{R_2}{R_1}$

يسمى $A = \frac{U_S}{U_e}$ معامل التضخيم

يتبين من العلاقة السابقة أن للتوترين $U_e$ و $U_S$ إشارتين متعاكستين و$|U_S| > |U_e|$ لأن $R_2 > R_1$ ؛ في هذه الحالة المضخم عاكس . هذه النتيجة تؤكدها النتائج التجريبية المحصلة في النشاط 2 حيث نجد أن قيمة $\frac{R_2}{R_1}$ تساوي مقابل قيمة $\frac{U_S}{U_e}$ عند اشتغال المضخم العملياتي في النظام الخطي ( $A = -\frac{R_2}{R_1} < 0$ ) .

## 2- المضخم غير العاكس:

■ **الدراسة النظرية:**

التركيب مضخم غير عاكس :

يمثل الشكل 14 التركيب الإلكتروني المستعمل في النشاط 3 حيث :

$U_{AM} = U_e$ و $U_{CM} = U_S$ و $\varepsilon = U_{AB} = 0$ و $I^- = 0$ .

بتطبيق قانون العقد في العقدة B نكتب $I_2 = I_1 + I^-$ .وبما أن $I^- = 0$

نجد $I_2 = I_1$ . نضع $I = I_2 = I_1$ .

– بتطبيق قانون إضافية التوترات نكتب : $U_{CM} = U_{CB} + U_{BM}$ أي $U_S = U_2 + U_1$ .

– حسب قانون أوم نكتب : $U_1 = R_1 I$ و $U_2 = R_2 I$ ومنه نجد :

$U_S = (R_1 + R_2) I$ (العلاقة 1) .

– بما أن : $\varepsilon = U_{BA} = 0$ فإن $U_{BM} = U_{AM}$ أي $U_e = R_1 I$ (العلاقة 2) .

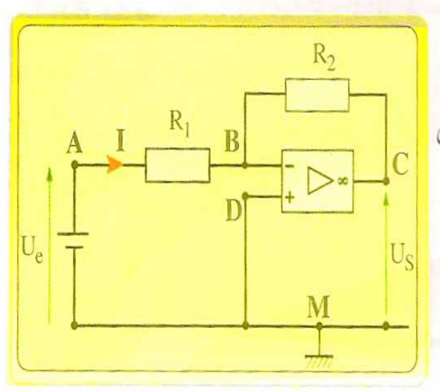
– نقصي الشدة I بين العلاقتين 1 و 2 فنجد : $\frac{U_S}{U_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

هذه النتيجة تحققها النتائج التجريبية المحصلة في النشاط 3 حيث للتوترين $U_e$ و $U_S$ نفس الإشارة $(A > 0)$ و $U_S > U_e$ :

في هذه الحالة التركيب مضخم غير عاكس .


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# تمرين محلول




1 - ذَكِّر بخاصيات مضخم عملياتي كامل يشتغل في النظام الخطي.

2 -

1.2 - قارن الجهدين الكهربائيين : $V_B$ للمدخل العاكس و $V_D$ للمدخل غير العاكس مع جهد الهيكل $V_M$. $(V_M=0)$

2.2 - قارن توتر الدخول $U_e$ مع $U_{AB}$، وتوتر الخروج $U_S$ مع $U_{CB}$.

3 - أكتب قانون أوم بالنسبة لكل موصل أومي.

4 - إستنتج تعبير معامل التضخيم G لهذا التركيب.

5 - ناقش حسب المقاومتين $R_1$ و $R_2$ ، الدور الذي يلعبه هذا التركيب.

## حـــل التمرين

1 - $I^-=I^+=0$ بالنسبة لمضخم عملياتي كامل.

- $V_D-V_B=0$ أي $V_D=V_B$ ، في النظام الخطي.

2 - النقطة D مرتبطة بالهيكل بواسطة سلك. إذن :

1.2 $\quad V_D=V_M=0$

وبما أن المضخم العملياتي الكامل يشتغل في النظام الخطي فإن
$V_B=V_D=0V$

2.2 $\quad U_e=V_A-V_M$ و $U_{AB}=V_A-V_B$

وبما أن $V_B=V_M$ فإن : $U_e=U_{AB}$

وبنفس الطريقة نجد : $U_S=U_{CB}$

3 - $I^-=0$ أي التيار ذي الشدة I يجتاز $R_1$ و $R_2$ .

قانون أوم : $U_{AB}=R_1.I$ و $U_{BC}=R_2.I$

4 - يُعرف معامل التضخيم G بالعلاقة : $G=\frac{U_S}{U_e}$

وبما أن : $U_e=U_{AB}=R_1.I$ و $U_S=U_{CB}=-U_{BC}=-R_2.I$

ومنه : $G=\frac{U_S}{U_e}=-\frac{R_2}{R_1}$

5 - هناك ثلاث حالات :

$R_1=R_2$ : $G=-1$ التركيب يلعب دور عاكس.

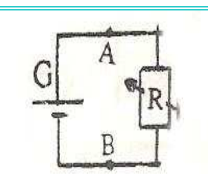
$R_2>R_1$ : $|G|>1$ تركيب مضخم عاكس.

$R_2<R_1$ : $|G|<1$ تركيب مقسم للتوتر عاكس


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# سلسلة المضخم العملياتي

**تمرين-1**




G مولد قوته الكهرمحركة $E = 4,5\ V$ ومقاومته الداخلية $r = 50\ \Omega$.

1) نجز الدارة المثلة جانبه، حيث (AB) موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط.

1.1) أوجد تعبير I، شدة التيار في الدارة المحصل عليها، بدلالة R وr و E.

2.1) استنتج تعبير التوتر $U_{AB}$ بدلالة R و r و E.

3.1) احسب قيمتي I و $U_{AB}$ بالنسبة للقيمة $R_0 = 500\ \Omega$ للمقاومة R.

2) نوصل مربطي المولد بمدخل تركيب يحتوي على مضخم عملياتي كامل و نوصل الموصل الأومي بمخرج التركيب ( انظر الشكل جانبه)

يشتغل المضخم العملياتي في النظام الخطي.

2.1) أوجد تعبير التوتر $U'_{AB}$ وتعبير I' شدة التيار المار عبر (AB)، بدلالة E و r وR.

2.2) أحسب قيمتي $U'_{AB}$ و I' بالنسبة لـ $R = R_0 = 500\ \Omega$.

3.2) قارن نتيجتي السؤالين 3.1 و 2.2 واستنتج أهمية التركيب.

**تمرين-2**

في التركيب الممثل أسفله، G مولد قوته الكهرمحركة $E = 2\ V$ و المضخم العملياتي كامل و يشتغل في النظام الخطي. $R_1 = 2\ K\Omega$ و $R_2 = 8\ K\Omega$.

1) أحسب قيمة التوتر $U_1 = U_{AM}$.

2) استنتج المنحى و الشدة $I_1$ للتيار المار في الموصل (AM).

3) حدد منحى وشدة التيار في الموصل (SA).

4) أحسب قيمة التوتر $U_2 = U_{SA}$.

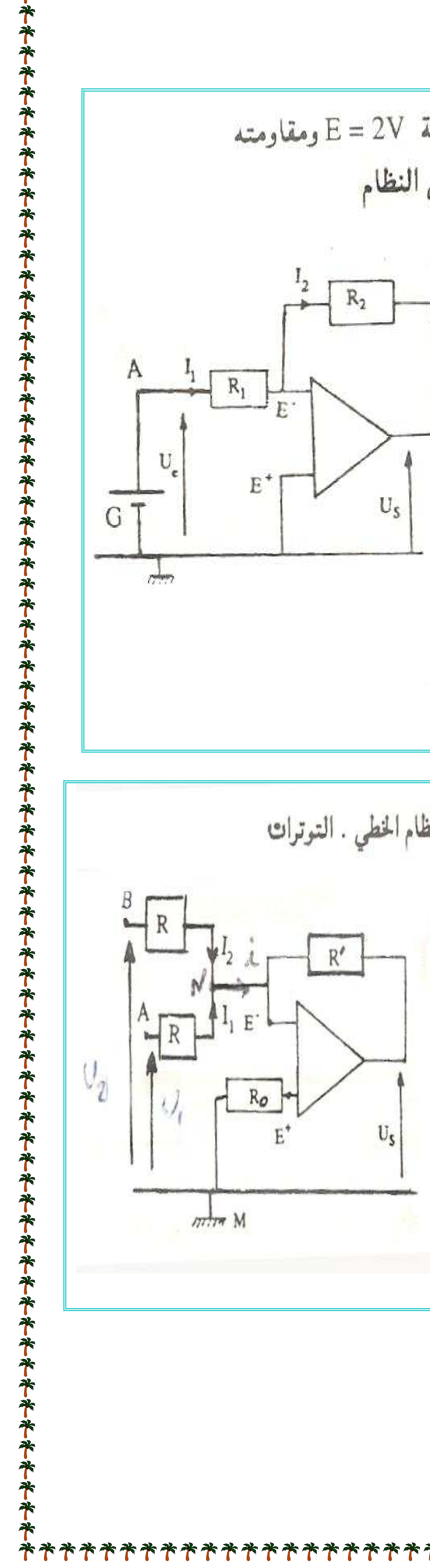
5) حدد قيمة توتر الخروج، $U_s$.

6) إستنتج وظيفة التركيب.


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

## تمرين-3

نعتبر التركيب المثل أسفله. G عمود قوته الكهرمحركة $E = 2V$ ومقاومته الداخلية منعدمة . المضخم العملياتي كامل و يشتغل في النظام الخطي. $R_1 = 2\,K\,\Omega$ و $R_2 = 8\,K\,\Omega$.






1) أحسب قيمة التوتر $U_1 = U_{AE^-}$.



2) أوجد منحى وشدة التيار المار في الموصل $(SE^-)$.

3) أحسب قيمة التوتر $U_2 = U_{E^-S}$.



4) أوجد قيمة التوتر $U_s$ و استنتج وظيفة التركيب.

5) نقيس $U_s$ باستعمال فولطمتر، عياره $12.5\,V$ و يحتوي ميناؤه على $N = 100$ تدريجة.

1.5) أعط طريقة ربط الفولطمتر في التركيب.

2.5) حدد التدريجة n التي تستقر عندها الإبرة.

## تمرين-4

نعتبر التركيب المبين جانبه. المضخم العملياتي كامل و يشتغل في النظام الخطي . التوترات $U_1 = 3V$ و $U_2 = 4.5V$ و المقاومة $R = 1\,K\,\Omega$.

أوجد تعبير $I_1$ بدلالة $U_1$ و $R$، وتعبير $I_2$ بدلالة $U_2$ و $R$.

(1 أحسب قيمتي $I_1$ و $I_2$.

(2 استنتج تعبير I بدلالة $U_1$ و $U_2$ و $R$.

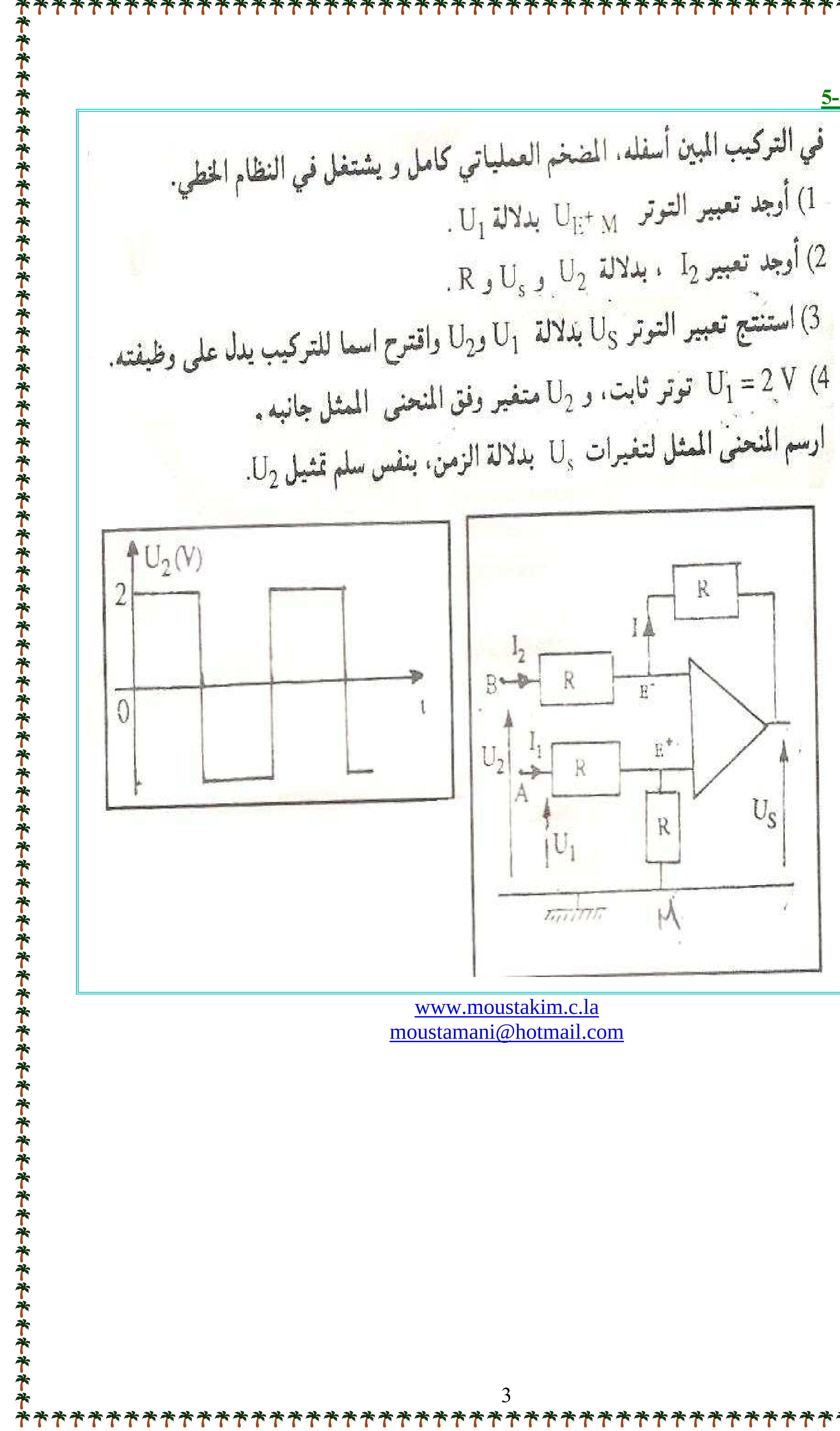
(3 أوجد تعبير التوتر $U_{E^-S}$ بدلالة $U_1$ و $U_2$ و $R$ و $R'$.

(4 استنتج تعبير $U_s$ في حالة $R = R'$ وأحسب قيمته.

(5 حدد الوظيفة التي يقوم بها التركيب في حالة $R' = R$.


www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

**تمرين-5**



في التركيب المبين أسفله، المضخم العملياتي كامل و يشتغل في النظام الخطي.

1) أوجد تعبير التوتر $U_{E^+M}$ بدلالة $U_1$.

2) أوجد تعبير $I_2$ ، بدلالة $U_2$ و $U_s$ و $R$.

3) استنتج تعبير التوتر $U_S$ بدلالة $U_1$ و $U_2$ واقترح اسما للتركيب يدل على وظيفته.

4) $U_1 = 2\ V$ توتر ثابت، و $U_2$ متغير وفق المنحنى المثل جانبه.

ارسم المنحنى المثل لتغيرات $U_s$ بدلالة الزمن، بنفس سلم تمثيل $U_2$.



www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

# حلول سلسلة المضخم العملياتي

## تمرين-1

(1.1) بكتابة قانون بويي، نحصل على $\boxed{I = \dfrac{E}{r+R}}$

(2.1) بكتابة قانون أوم بالنسبة للموصل الأومي ، نحصل على :

$$U_{AB} = R.I$$

نعوض I بتعبيره، نجد : $\boxed{U_{AB} = \dfrac{R}{r+R} . E}$

(3.1) عدديا، نجد: $\boxed{I \approx 8.10^{-3}\ A}$ و $\boxed{U_{AB} \approx 4.1\ V}$

نلاحظ أن $U'_{AB} = U_{SM} = U_s$.

بما أن المضخم العملياتي كامل، فإن

*i=i' =o* و $U_{E^-E^+} = 0$

بكتابة قانون إضافية التوترات، في الدارة التي تضم S و $E^-$ و $E^+$ و المولد :

$$U_s = U_{SE^-} + U_{E^-E^+} + U_{E^+M}$$

* التوتر بين طرفي سلك منعدم : $U_{SE^-} = 0$

* بالنسبة للمولد : $I^+ = 0$ ، إذن : $U_{E^+M} = E$

نحصل على: $\boxed{U'_{AB} = U_s = E}$ بكتابة قانون أوم بين A و B ،

نحصل على $I' = \dfrac{U'_{AB}}{R}$ . أي : $\boxed{I' = \dfrac{E}{R}}$

(2.2 عدديا ، نجد :

$\boxed{U'_{AB} = 4.5\ V}$ و $\boxed{I' = 9.10^{-3}\ A}$

(3.2 نلاحظ أن $I < I'$ و $U_{AB} < U'_{AB}$ ، $U'_{AB} = cte$ مهما كانت قيمة $I'$ . تكمن أهمية التركيب اذن في الحصول على منبع للتوتر الثابت ، يتكون من المولد و المضخم العملياتي.

## تمرين-2

1) نعتبر الدارة التي تضم الموصل الأومي (AM) و المولد G . يكتب قانون إضافية التوترات :

$$U_{AM} = U_{E^-E^+} + U_{E^+M}$$

$U_{E^-E^+} = 0$ لأن المضخم العملياتي كامل. يكتب قانون أوم بالنسبة للمولد: $U_{E^+M} = E - r.I^+$ مع $I^+ = 0$

نحصل على $\boxed{U_1 = E}$ . عدديا : $\boxed{U_1 = 2\ V}$

2) التوتر $U_{AM} = V_A - V_M$ موجب.

منحى التيار إذن هو من A نحو M.

باعتبار قانون أوم، نحصل على : $\boxed{I_1 = \dfrac{U_1}{R_1}}$

عدديا ، نجد : $\boxed{I_1 = 10^{-3}\ A}$

3) ينطلق من العقدة A تياران :

- التيار ذو الشدة $I_1 = I_{AM}$

- التيار ذو الشدة $I^-$ حيث : $I^- = 0$

نستنتج أن منحى التيار في (SA) هو من S نحو A ( التيار وارد على العقدة ).

يكتب قانون العقد : $I_1 + I^- = I_2$

نحصل على : $\boxed{I_2 = I_1 = 10^{-3}\ A}$

4) باعتبار قانون أوم ، نكتب :

$U_{SA} = R_2 . I_{SA}$ ، أي $\boxed{U_2 = R_2 . I_2}$

ت، ع، نجد: $\boxed{U_2 = 8\ V}$

5) نعتبر الدارة التي تضم مخرج التركيب (SM) و الموصلين الأوميين (SA) و(AM) . يكتب قانون إضافية التوترات :

$$U_{SM} = U_{SA} + U_{AM}$$

نحصل على : $\boxed{U_s = U_1 + U_2}$

عدديا ، نجد : $\boxed{U_s = 10\ V}$

6) نلاحظ أن ، $U_s > U_e$ / $U_e = E$ ؟

إذن التركيب مضخم للتوتر.

(جامع للتوتر)

## تمرين-3

نعتبر الدارة التي تضم المولد و الموصل الأومي ($AE^-$) ومدخل المضخم. يكتب قانون إضافية التوترات:

$$U_{AE^-} = U_{AM} + U_{E^+E^-}$$

$U_{AM} = E$ و $U_{E^+E^-} =$

نحصل على $\boxed{U_{AM} = E = 2\,V}$

يصل الى العقدة $E^-$ التيار ذو الشدة $I_1 = I_{AE^-}$ و ينطلق منها تيار ذو الشدة $I^- = 0$

إذن منحى التيار في ($SE^-$) لا يمكن أن يكون إلا من $E^-$ نحو S.

يكتب قانون العقد : $I_{E^-S} + I^- = I_{AE^-}$

$I_{E^-S} =$ و $I_{AE} = I_1 = \frac{U_1}{R_1}$

نحصل على $\boxed{I_2 = \frac{U_1}{R_1}}$ . عدديا : $\boxed{I_2 = 10^{-3}\ A}$

باعتبار قانون أوم، نكتب : $U_2 = R_2.I_2$

نحصل على $U_2 = 8\ V$

نعتبر الدارة التي تضم المخرج (SM) و الموصل الأومي ($SE^-$) ومدخل المضخم.

يكتب قانون إضافية التوترات :

$$U_s = U_{SM} = U_{SE^-} + U_{E^-E^+} + U_{E^+M}$$

وبما أن $U_{E^-E^+} = 0$ و $U_{SE^-} = -U_{E^-S}$

، نحصل على

$\boxed{U_s = -U_2}$ عدديا : $\boxed{U_s = -8V}$

نلاحظ أن $|U_s| > U_e$ و أن إشارتي التوتر متعاكسان. إذن التركيب مضخم عاكس.

1.5) التوتر $U_s = V_S - V_M$ سالب ، لقياسه، نوصل المربط الأحمر للفولطمتر ( المربط+ ) بالهيكل M ، و المربط الآخر بالنقطة S.

2.5) لدينا : $|U_s| = \frac{n\ .\text{العيار}}{N}$

نستنتج : $n = \frac{|U_s|\ .\ N}{\text{العيار}}$

عدديا ، نجد : $\boxed{n = 64}$

## تمرين-4

1) نعتبر الدارة التي تضم ($AE^-$) . و($E^-E^+$) ($E^+M$).

يكتب قانون إضافية التوترات :

$$U_1 = U_{AE^-} + U_{E^-E^+} + U_{E^+M}$$

لدينا : $U_{E^-E^+} = 0$ . وبما أن $I^+ = 0$، فإن :

$$U_{E^+M} = R_0.\ I^+ = 0$$

ولدينا كذلك : $U_{AE^-} = R.I_1$

نحصل على $U_1 = R.\ I_1$ . ومنه $\boxed{I_1 = \frac{U_1}{R}}$

وباعتبار الدارة التي تضم ($BE^-$) و($E^-M$) ، نحصل على :

$$\boxed{I_2 = \frac{U_2}{R}}$$

2) يكتب قانون العقد، في $E^-$ :

$$I_1 + I_2 = I + I^-$$

بما أن $I^- = 0$ ، نحصل على : $\boxed{I = \frac{U_1}{R} + \frac{U_2}{R}}$

3) يكتب قانون أوم بالنسبة لـ ($SE^-$) : $U_{E^-S} = R'.I$

نجد : $\boxed{U_{S^-E} = \frac{R'}{R}(U'_1 + U_2)}$

4) نعتبر الدارة التي تضم (SM) و ($SE^-$) و ($E^-M$). نكتب : $U_s = U_{SE^-} + U_{E^-S}$

لدينا $U_{E^-M} = 0$ و $U_{SE^-} = -U_{E^-S}$

نحصل على $U_s = -\frac{R'}{R}(U'_1 + U_2)$

في حالة $R = R'$ ، نجد : $\boxed{U_s = -(U_1 + U_2)}$

ت، ع، نجد : $\boxed{U_s = -7{,}5\ V}$

5) في حالة $R = R'$ ، وانطلاقا من تعبير $U_s$ ، نلاحظ أن التركيب يجمع التوترين $U_1$ و $U_2$ ، مع عكس إشارة الحاصل. فهو إذن جامع عاكس.

www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com

**تمرين-5**

نحصل على : $U_2 = 2R . I_2 + U_s$

نستنتج : $\boxed{I_2 = \frac{U_2 - U_S}{2R}}$

3) نعتبر الدارة التي تضم (SM) و ($SE^-$) و ($E^-E^+$) و ($E^+M$). يكتب قانون إضافية التوترات :

$$U_{E^+M} = U_{E^+E^-} + U_{E^-S} + U_{SM}$$

لدينا : $U_{E^+E^-} = 0$ .

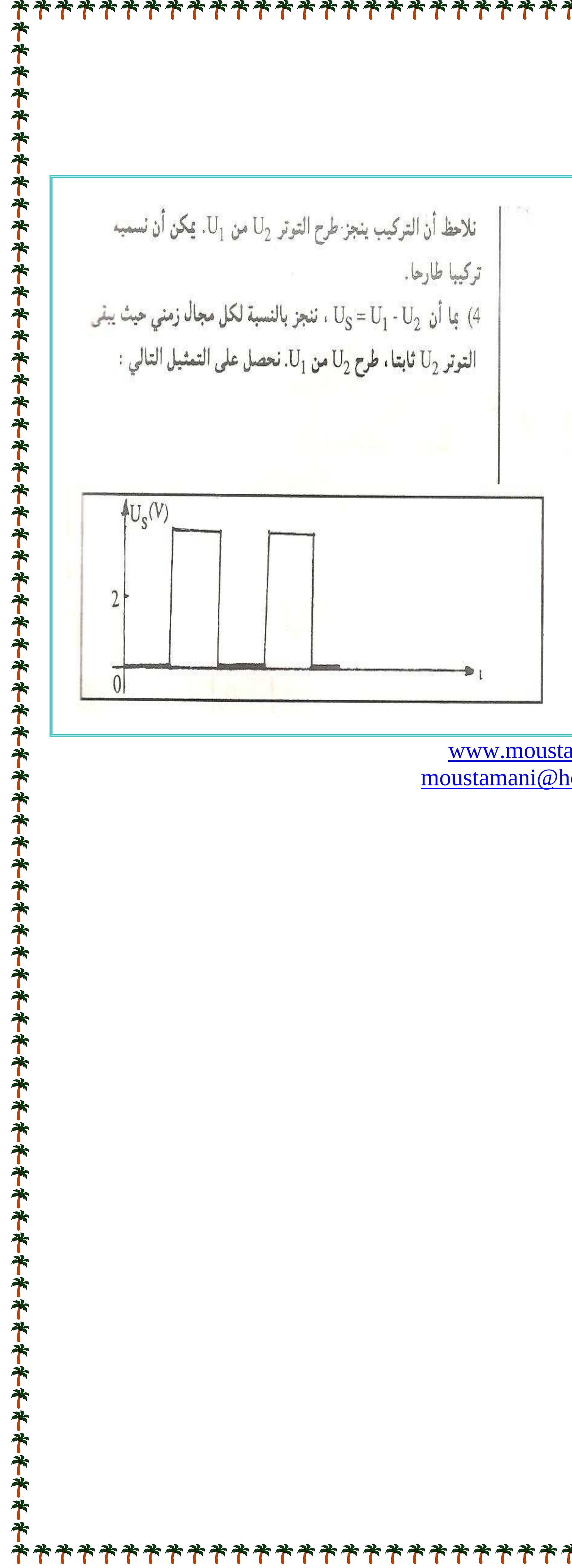
نعوض كل توتر بتعبيره، نجد :

$$\frac{U_1}{2} = R . \frac{U_2 - U_s}{2R} + U_s$$

نستنتج : $\boxed{U_s = U_1 - U_2}$

نلاحظ أن التركيب ينجز طرح التوتر $U_2$ من $U_1$. يمكن أن نسميه تركيبا طارحا.

4) بما أن $U_S = U_1 - U_2$ ، ننجز بالنسبة لكل مجال زمني حيث يبقى التوتر $U_2$ ثابتا، طرح $U_2$ من $U_1$. نحصل على التمثيل التالي :





www.moustakim.c.la
moustamani@hotmail.com